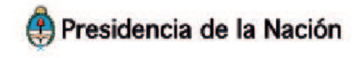


CIENCIAS NATURALES Y TIC

ORIENTACIONES PARA LA ENSEÑANZA

2da parte







CONECTAR IGUALDAD


CONECTAR IGUALDAD

Autoridades

Cristina Fernández de Kirchner

Presidenta de la Nación

Aníbal Domingo Fernández

Jefe de Gabinete de Ministros

Alberto Sileoni

Ministro de Educación

Diego Bossio

Director Ejecutivo de ANSES y Presidente del Comité Ejecutivo del Programa Conectar Igualdad

Silvina Gvirtz

Directora General Ejecutiva del Programa Conectar Igualdad

Ciencias naturales y TIC : orientaciones para la enseñanza : segunda parte / Santiago Aizpazu ... [et al.] ; contribuciones de Susana Landau ; coordinación general de María Joselevich ; Verónica Fantini ; Agustina Martínez. - 1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : ANSES, 2015.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-45744-6-6

1. Ciencias Naturales. 2. Nuevas Tecnologías. I. Aizpazu, Santiago II. Landau, Susana, colab. III. Joselevich, María, coord. IV. Fantini, Verónica , coord. V. Martínez, Agustina, coord.
CDD 550

Este material ha sido producido por el equipo de Ciencias Naturales del Plan Escuelas de Innovación de la Dirección de Comunicación y Contenidos del PROGRAMA CONECTAR IGUALDAD de ANSES.

Coordinación General del Plan Escuelas de Innovación

Romina Campopiano

Coordinación autoral

María Joselevich, Verónica Fantini y Agustina Martínez

Autores

Santiago Azpiazu, Diego Caraballo, Graciela Cucci, Verónica Fantini, Cecilia Ferrante, Alejandra González, Valeria Hurovich, Luciano Iribarren, María Joselevich, Luciana Lucchina, Elisa Schneider y Santiago Vasconcelos.

Estimados profesores y profesoras:

En las últimas décadas, la revolución tecnológica ha generado cambios en el modo de relacionarnos, de comunicarnos y de aprender que requieren el desarrollo de competencias y habilidades complejas. Es en este escenario global que el Programa Conectar Igualdad fue creado, a instancias de la presidenta de la Nación Cristina Fernández de Kirchner, como una política de inclusión de tecnología que, en sus cuatro años, logró sobrepasar las paredes de la escuela. Hemos logrado en este tiempo ampliar las posibilidades de desarrollo social de los argentinos y avanzamos hacia la construcción de una ciudadanía con igualdad de oportunidades.

Conectar Igualdad se planteó dos grandes objetivos: garantizar el derecho al ejercicio pleno de la ciudadanía y el acceso de todos los jóvenes a las tecnologías para eliminar la brecha digital (“Justicia Social”), y garantizar el derecho a una educación de calidad (“Justicia Educacional”). Para colaborar en el logro de estas metas, el plan de capacitación docente de ANSES, Escuelas de Innovación, elaboró una serie de eBooks de trabajo que sirven de orientación para la gestión y enseñanza con TIC, y para brindar apoyo a las prácticas cotidianas de las instituciones escolares.

Sabemos que integrar las TIC a la enseñanza es un desafío. Por eso, este material les ofrece a los docentes orientaciones y estrategias de enseñanza que permiten integrar las TIC en el aula, permitiendo clases más dinámicas y poniendo a los estudiantes en situación de generar distintas perspectivas y una nueva relación con el conocimiento. Para que esto suceda, el rol del docente es fundamental. Si bien los alumnos pueden tener cierto manejo de la tecnología, el contenido, la planificación y la organización crítica del contenido es tarea del docente.

Todas las propuestas que se ofrecen han sido probadas y validadas con profesores de distintas localidades del país. Las experiencias que se proponen están sustentadas y en permanente diálogo con el enfoque didáctico/curricular de cada área disciplinar. Lo que buscamos es alentar, a través de algunas propuestas concretas, el uso de las TIC y así fortalecer la enseñanza y el aprendizaje.

Invitamos a los docentes a animarse, a probarlas, a modificarlas, a resignificarlas. Introducir nuevas estrategias genera incertidumbre, por eso queremos acompañarlos en ese desafío.

Ustedes son los grandes protagonistas del cambio educativo, y por eso queremos acompañarlos día a día en la gran tarea que desarrollan. Estamos convencidos que la utilización de las tecnologías en sus clases serán importantes herramientas en este desafío.

Los saludo muy cordialmente,



Diego Bossio

Director Ejecutivo

ANSES

CIENCIAS NATURALES Y TIC

ORIENTACIONES PARA LA ENSEÑANZA

2da parte

Contenidos

Palabras iniciales para la primera parte (publicada de octubre de 2014)

El material que presentamos a continuación fue generado por el equipo de capacitadores del Módulo de Ciencias Naturales del Plan Escuelas de Innovación

y resume el trabajo de este equipo durante los últimos cuatro años. Somos un grupo heterogéneo de profesionales de la ciencia y la educación, reunidos con una meta común: brindar recursos para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en la escuela secundaria que integren la tecnología y la enseñanza por indagación, de manera de enriquecer la práctica educativa cotidiana y potenciarla.

Nos motivan los alumnos y alumnas, su potencial de aprendizaje, sus ganas, sus preguntas, su mirada del mundo natural y, muy especialmente,

ese momento único y casi mágico de todo ser humano cuando siente, en carne propia, lo maravilloso de conocer, comprender y aprender algo de cómo funciona el mundo que lo rodea.

Nuestro recorrido por numerosas escuelas secundarias argentinas entre los años 2011 y 2013 nos ha puesto en contacto con una gran diversidad de docentes de muchos puntos del país.

Esta interacción constante y profunda nutrió al equipo de trabajo y abonó el material que hemos ido generando. Queremos agradecer especialmente a los profesores y profesoras que han participado de las capacitaciones del módulo, quienes, con su mirada crítica y constructiva, han enriquecido nuestras propuestas y con los que hemos compartido gratos momentos de trabajo en las aulas argentinas.

Todo el material que aquí se presenta ha sido una producción colectiva que ha contado con los saberes, el compromiso y el amor de todas las personas que han integrado este equipo.

Palabras para la segunda parte (publicada en diciembre de 2015)

A continuación presentamos a ustedes un anexo al material publicado por el grupo en el año 2014.

De la misma manera que el documento madre, éste contiene la propuesta de una modalidad de enseñanza basada en la indagación guiada y formateada en un modelo en el cual la didáctica, la tecnología y el conocimiento disciplinar se articulan para formar un nuevo objeto de enseñanza.

Para esta publicación, queremos agradecer a la Dra. Susana Landau, una querida amiga y colega, cuya participación fue fundamental para la realización de la secuencia didáctica “Energía”.

Esperamos que este material sea útil en sus aulas y agradecemos nuevamente a los docentes que han participado de una u otra manera haciendo que esta producción sea posible.

.

Equipo de Ciencias Naturales

Introducción

En la primera parte de este trabajo (Ciencias Naturales y TIC: orientaciones para la enseñanza) nos hemos referido al marco teórico en el cual nos basamos para diseñar esta propuesta didáctica.

Hemos hablado de la necesidad de que la población de nuestro país esté alfabetizada científicamente y de lo que nosotros consideramos que implica esa alfabetización en este mundo globalizado.

También nos hemos referido a distintos recursos tecnológicos que consideramos útiles a la hora de incluir la tecnología en el trabajo del aula de materias relacionadas con las ciencias naturales.

Estos recursos incluyen las simulaciones y representaciones, el trabajo con gráficos, la búsqueda de información en internet, el uso de imágenes y videos, el trabajo colaborativo, la elaboración de mapas conceptuales y el uso de tecnología en la experimentación. No fue nuestra intención ser exhaustivos en la descripción de recursos disponibles, sino hacer notar que, desde nuestro punto de vista, lo crucial es el recurso pedagógico que puede ser potenciado por la tecnología y no la tecnología en sí misma. Es el uso de la tecnología diseñado con una mirada pedagógica el que consideramos que puede ayudar a construir en nuestros jóvenes y adolescentes esa mirada crítica, analítica, indagatoria que buscamos.

Por todo esto, el modelo centrado en la indagación, que proponemos en nuestras secuencias, conlleva la formulación de estrategias que potencian la conexión entre los conocimientos científicos, el mundo físico y nuestra experiencia sensorial (Gellon, et al. 2011). Conexión que se establece mediante propuestas pedagógicas que explotan las potencialidades que brindan las nuevas tecnologías aplicadas a la educación.

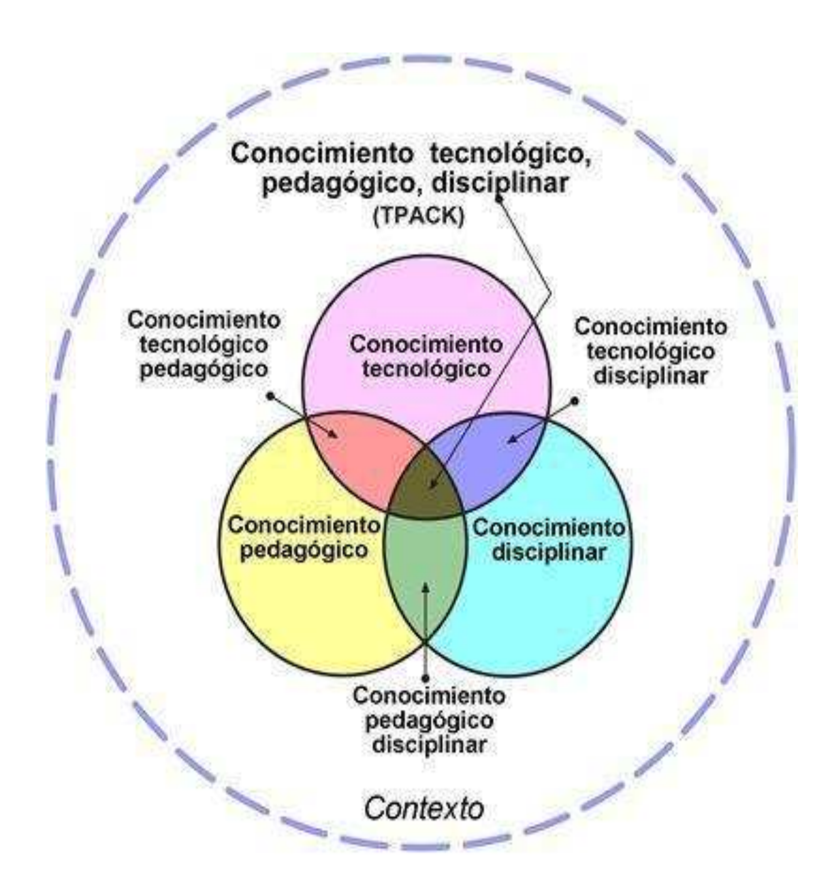
Marco TPACK

Hemos hablado de que las propuestas de este ebook están construidas considerando la intersección entre los campos de la didáctica, la tecnología y el conocimiento disciplinar. Este marco teórico está basado en el llamado

Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (TPACK por las siglas de su nombre en inglés *Technological Pedagogical Content Knowledge*) y surge de la necesidad de incorporación de la tecnología en la enseñanza.

Fue acuñado por Mishra y Koehler (Mishra y Koehler, 2006) quienes propusieron extender el concepto de Conocimiento Pedagógico del

Contenido acuñado por Shulman (Shulman, 2005) y formularon un marco conceptual que nos ofrece vías de verdadera integración de la tecnología en la enseñanza.



Modelo TPACK (Mishra y Koheler, 2006)

Los tres componentes principales son: el conocimiento pedagógico, el tecnológico y el disciplinar.

Conocimiento pedagógico (P).

Constituye el conocimiento de la naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje, la concepción general de cómo un estudiante aprende. Incluye

Los métodos de enseñanza, la gestión del aula, la planificación, la evaluación del aprendizaje del alumno, etcétera.

Conocimiento tecnológico (T).

Implica el conocimiento acerca de tecnologías, tanto las tradicionales como las más avanzadas (manejo de internet, utilización de microscopio).

Conocimiento disciplinar (C).

Es el conocimiento específico de la disciplina. En Ciencias Naturales, incluiría contenidos específicos de Química, Astronomía, Biología, Física, etcétera.

Mishra y Koeheler sostienen que el manejo de los tres componentes anteriores de manera independientes no ofrece óptimos resultados, sino que debemos pensar la enseñanza y el aprendizaje en función de su interacción y combinación.

Veamos con un ejemplo cómo funciona este modelo:[1]

Supongan que están investigando cómo trabajar determinado contenido curricular en el aula incluyendo recursos tecnológicos.

Podrían ser, por ejemplo, docentes de biología y estar trabajando sobre las redes tróficas y la bioacumulación (contenido curricular de 4to año del colegio secundario).

¿Qué necesitan saber?

Por empezar, como docentes de biología, necesitan, obviamente, saber qué es una red trófica y que es la bioacumulación. Pero también sería bueno tener una idea de cómo se ha estudiado históricamente estos conceptos. Un ejemplo histórico muy útil es el caso de Los gatos de Borneo.

En relación a los estudiantes, sería más que necesario saber cuáles son las concepciones alternativas más comunes y las dificultades u obstáculos que posiblemente encontrarán en el aprendizaje y la enseñanza de este tema. Respecto a esto, buscando en la bibliografía especializada, encontrarán estudios que dicen que los estudiantes suelen tener serias dificultades en construir representaciones en forma de redes y suelen, en cambio, construir representaciones lineales, además, se observa que hay grandes dificultades en identificar interacciones entre los elementos de un ecosistema. Están trabajando en el campo del **Conocimiento Pedagógico del Contenido** definido por Shulman.

Otro conocimiento que requerirán pertenece al campo disciplinar en el cual están trabajando. Por ejemplo, cómo se hace para estudiar la bioacumulación, qué tipo de análisis son los más habituales, cómo se leen esos análisis. Este es el campo del **Conocimiento Tecnológico del Contenido.**

Y, dado que están armando una propuesta que incluirá el uso de TIC, resulta adecuado que se utilice el programa Cmap Tools, que está desarrollado específicamente para construir redes conceptuales, lo cual viene "como anillo al dedo" para que los estudiantes lleven adelante esta clase. El

[1] La Secuencia didáctica utilizada como ejemplo es "Los Gatos de Borneo" que se encuentra detallada en este mismo documento.

conocimiento de la existencia de este programa, de sus ventajas pedagógicas, de la forma en que se utiliza forman parte del **Conocimiento Pedagógico Tecnológico** que conlleva este modelo didáctico.

El anterior es el marco teórico en el que hemos basado las producciones que encontrarán a continuación. Dentro de cada una de ellas, podrán hallar un desglose de los campos del TPACK que hemos identificado en cada una.

ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL

En las páginas siguientes se presentan cinco secuencias didácticas.

Cada una comienza con una introducción que la resume.

Luego se explicitan los objetivos de aprendizaje y algunas de las dificultades específicas con las que, según la bibliografía, se enfrentan los profesores y sus estudiantes al encarar ese contenido en particular.

Encontrarán también cuál es la referencia que hacen los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios definidos por el Consejo Federal de Educación de la República Argentina en 2011 a los contenidos trabajados en esa secuencia específica. Dado lo amplio de las currículas de las disciplinas de las que nos ocupamos, nuestras propuestas de enseñanza no abarcan temas completos sino sólo algún aspecto que consideramos relevante. Por eso, indicamos en el apartado "Conceptos previos" cuáles son los conocimientos que necesitan los estudiantes para encarar esa secuencia didáctica particular.

Posteriormente, encontrarán la propuesta en sí, organizada en actividades con consignas para los estudiantes y descripciones de las situaciones que esperamos se den al encararlas. En el desarrollo de las actividades, incluimos sugerencias para los docentes relacionadas con distintos aspectos de las actividades, desde la dinámica de la clase hasta algunos aspectos disciplinares, pasando por indicaciones para el uso de determinados programas o invitaciones a encarar los aspectos pedagógicos de alguna manera en particular.

Continuando con cada propuesta, encontrarán el apartado "Propuestas de evaluación" con algunas sugerencias para buscar evidencia del aprendizaje que han alcanzado los estudiantes. Muchas de las secuencias trabajan una parte de un contenido más amplio, por lo que se aconseja que la evaluación se realice un poco más adelante en la cursada de la materia. Estas propuestas de evaluación están pensadas como un insumo para la mejora del trabajo en el aula. Dado que las secuencias están diseñadas en el marco del TPACK, sugerimos evaluar utilizando esta misma modalidad.

Al final de cada capítulo, encontrarán un desglose de los campos del TPACK que hemos identificado en cada secuencia didáctica.

En un apartado final, luego de las secuencia didácticas, hallarán la "Carpeta de actividades para los estudiantes". Algunas secuencias requieren de la utilización de documentos digitales que pueden ser solicitados por correo electrónico.[2]

Nuestras propuestas son ideas que buscan despertar nuevas ideas. Esperamos que les resulten inspiradoras para enriquecer sus prácticas y los invitamos a adaptarlas a la realidad con los criterios que cada uno de ustedes considere apropiado.

[2] einaturales@gmail.com

SECUENCIAS DIDÁCTICAS

Secuencia didáctica N°1. Gatos de Borneo

Sinopsis

El estudio de los ecosistemas, las relaciones entre sus elementos, y las posibles (e inimaginables) consecuencias de la alteración de estas relaciones por parte del hombre, constituyen pilares fundamentales en la enseñanza de la ecología en particular, y de la biología en general.

Esta secuencia didáctica se estructura alrededor de un caso histórico: la explosión demográfica de ratas en Borneo en la década de 1950, transmisoras de enfermedades como el tifus y la peste bubónica, que concluyó con la "Operación lanzamiento de gatos".

Tomando el rol de Tom Harrison, un personaje real de ribetes pintorescos, los alumnos deberán establecer una red que relacione causalmente la aplicación indiscriminada de DDT, un veneno insecticida, con el aumento en el tamaño poblacional de las ratas. Para esto, trabajarán creando redes conceptuales que explicitarán relaciones tróficas y otras interacciones entre distintos elementos de un ecosistema.

Descripción general de la secuencia didáctica

En esta secuencia se propone a los estudiantes tomar el rol de Tom Harrisson, un antropólogo, explorador y documentalista que participó de la "Operación lanzamiento de gatos". Harrisson debe investigar si existe una relación causal entre la aplicación masiva de un insecticida diclorodifeniltricloroetano (DDT), y el aumento demográfico de ratas transmisoras de enfermedades. Para esto cuenta con una serie de documentos de diferentes fuentes: artículos periodísticos, informes de ONGs, artículos científicos y documentos enciclopédicos.

Los estudiantes reciben un cuadernillo digital de anotaciones del protagonista de la historia, en el cual encontrarán un esbozo de las primeras relaciones que se pueden establecer. Los alumnos, en grupos de cuatro a seis personas, deben continuar esta red que explicitará las relaciones entre todos los elementos del sistema estudiado, agregando nuevos elementos e interacciones a la luz de la información que vayan recabando a partir de la lectura de los documentos que se les entregan.

De esta manera cada grupo de estudiantes propondrá una red conceptual que expondrá al resto de la clase y, en caso de ser necesario, podrá modificar en función del análisis colectivo. De ese análisis se deberá desprender si se cumple el objetivo específico central de la secuencia: establecer una relación entre el aumento del número de ratas y la aplicación del DDT, que constituye la hipótesis de partida de la investigación propuesta.

La secuencia concluye con una reflexión acerca de la complejidad resultante del número y tipo de interacciones en un ecosistema, enfatizando el carácter impredecible de la alteración de sus factores.

Para la realización de esta secuencia didáctica, se presenta como soporte una presentación de diapositivas realizada en OpenOffice Impress. Desde la presentación se puede acceder mediante hipervínculos a los documentos de consulta, que están en formato pdf o como archivos de imagen. La red conceptual es creada en un programa específico para la construcción de redes y mapas conceptuales: IHMC CmapTools3 (Cañas et al 2004).

La duración estimada de la secuencia es de 160 minutos.

---

[3] Este programa está instalado en todas las netbook del programa Conectar Igualdad. Link de descarga de instaladores gratuitos

Objetivos

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- Interpretar la relevancia y la utilidad de representar los sistemas naturales como redes de interacción e interdependencia entre las partes integrantes.
- Utilizar redes conceptuales para el estudio y la representación de los sistemas naturales.
- Percibir los efectos de la extinción o introducción de una especie en una red.
- Analizar y diferenciar los conceptos de red trófica y cadena trófica mediante la identificación de los conceptos relevantes sobre los que se construyen.
- Interpretar el concepto de bioacumulación a través del estudio de casos.

Aspectos a considerar en la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos que aborda la secuencia didáctica

Según algunas investigaciones, las siguientes dificultades se desprenden como generales en el trabajo pedagógico con los contenidos que aborda esta secuencia:

- Los estudiantes llegan a entender una cadena trófica, pero no el concepto de red porque están supeditados a los esquemas lineales (Sánchez-Cañete y Pontes Pedraja, 2010).
- La diversidad de seres vivos en los ecosistemas es, en general, escasamente percibida, incluso resulta difícil para el alumnado citar ecosistemas yendo más allá de los socorridos ejemplos del bosque o de la charca (Rojero, 1999).
- Casi la mitad de las respuestas del estudiantado no introducen la interacción en su definición de ecosistema, concepto tan básico y fundamental para la definición de ecosistema (Sánchez-Cañete y Pontes Pedraja, 2010).
- Los estudiantes suelen considerar los componentes de los ecosistemas de manera aislada (Westra, 2008).

Contenidos en relación con los NAP

> Según los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios definidos por el Consejo Federal de Educación de la República Argentina en el año 2011, la escuela debe promover en estudiantes de 2do/3er año: “La explicación de la importancia de la preservación de la biodiversidad desde los puntos de vista ecológico y evolutivo. (...)”.

Contenidos previos

La siguiente secuencia didáctica se propone como una primera aproximación al concepto de redes tróficas e interacciones en un ecosistema. Por este motivo no se consideran otros contenidos escolares como prerrequisitos para su correcta implementación.

Actividad 1: presentación del problema / lectura del relato multimedial

Descripción de la actividad

La clase comienza con la historia que da marco a la secuencia didáctica: la presentación de Tom Harrisson[4], la ubicación en tiempo y espacio de la escena, así como la mención al brote de paludismo que asoló a la población de Borneo en la década de 1950, la intervención por parte de las autoridades en materia sanitaria aplicando DDT, y el ascenso demográfico de las ratas transmisoras de nuevas enfermedades.

En esta actividad el o la docente relata la historia que guiará al resto de la secuencia, utilizando una presentación digital. Sin hacer mención al tema de la actividad, se comienza la clase introduciendo el personaje de Tom Harrisson y se cuentan algunos hitos de su biografía, y su relación con Borneo.

La historia puede resumirse en los siguientes eventos:

- En la década de 1950 hubo un brote de malaria en Borneo
- En el período 1952-1955 la Organización Mundial de la Salud intervino aplicando el insecticida DDT a fin de combatir a los mosquitos que transmiten la malaria (género Anopheles)
- En ese período se logró disminuir en Borneo la población de mosquitos Anopheles en un 95%
- Un tiempo después hubo un aumento desmedido de la población de roedores en Borneo
- Aumentaron las enfermedades transmitidas por roedores: peste bubónica y tifus entre otras

---

[4] Ver Anexo 2

En esta actividad se propone mostrar elementos fragmentarios de una situación compleja con múltiples relaciones causales. La finalidad de esta actividad es que los estudiantes comiencen a plantearse la pregunta de si existe o no una relación entre la eliminación de mosquitos con DDT y el aumento de ratas en Borneo.

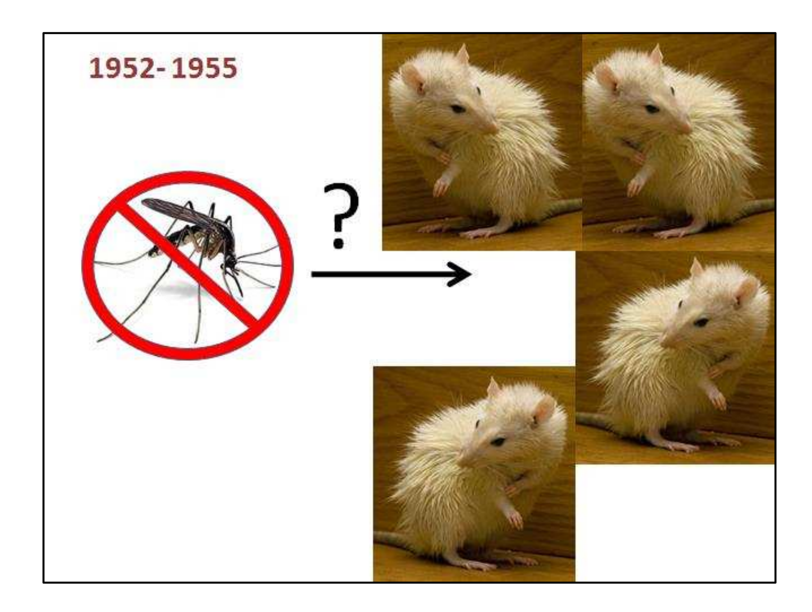


Figura 1. Diapositiva de transición entre la actividad 1 y la actividad 2. Esta diapositiva expresa la pregunta que guiará el resto de la secuencia: ¿existe una relación causal entre la aplicación de DDT y el aumento en la población de ratas?

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad contribuye a que los estudiantes se pregunten sobre la existencia de interacciones entre los componentes de un ecosistema. Trabajarán en la determinación de tales interacciones en la actividad siguiente.

Estrategias TIC utilizadas

Como sucede a lo largo de toda la secuencia didáctica, la presentación de diapositivas es el soporte del relato que guía la secuencia, utilizado con el objeto de trabajar el estudio de un caso concreto de manera amena y motivadora. Este formato permite realizar una aproximación visual en la que predominan las imágenes, y en lugar de un texto extenso, el docente va relatando los aspectos generales de la historia y dando forma a las preguntas y consigna de trabajo (ver anexo I).

Actividad 2
Consigna para los/las estudiantes

Primera parte
¿Habrá una relación entre la disminución de la población de mosquitos transmisores de malaria y el aumento de la cantidad de ratas transmisoras de tifus y peste bubónica?

T.H.

1965, Borneo.
MISION: Explicar el aumento repentino de la población de ratas que derivó en una epidemia de Tifus y Peste Bubónica.

¿Habrá una relación entre la disminución del mosquito transmisor de la malaria y el aumento de la rata transmisora del tifus y la peste bubónica?

Figura 2. Imagen que representa un documento (ficticio) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) encomendando a Harrisson indagar si existe una relación entre la disminución de la población del mosquito transmisor de la malaria y el aumento de la cantidad de roedores transmisores de tifus y peste bubónica.

Para contestar esta pregunta, analizarán las fuentes de información que suponemos que encontró Tom Harrison. A medida que lean cada una de ellas, presten atención al modo en que la presencia de DDT incide (o no) en cada una de las especies que aparecen en los textos.



Figura 3. Lista de elementos explorables (con hipervínculos) que Harrisson llevaba en su mochila.

Segunda parte

*Abran el **Cuaderno con anotaciones***

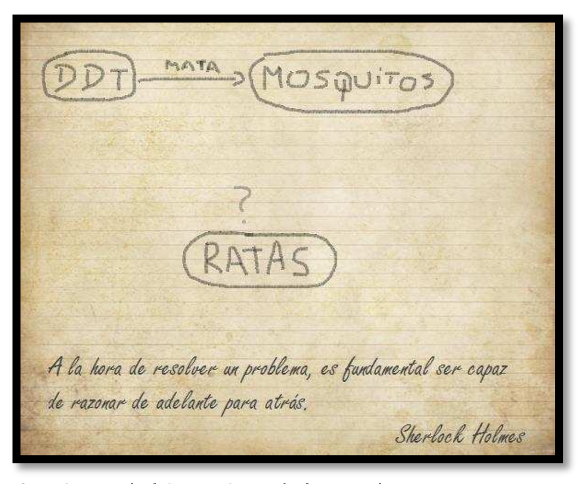


Figura 4. Vista del interior del cuaderno con anotaciones.

Abran el programa IHMC CmapTools y elaboren una red conceptual que tenga los conceptos y las relaciones que suponen que Tom Harrisson estableció como hipótesis de trabajo.

Lean el resto de los archivos de la mochila de Tom Harrisson, analicen la información que brinda cada uno y construyan una red conceptual que indique las relaciones posibles entre la disminución de la cantidad de mosquitos y el aumento de la población de ratas en Borneo.

Descripción de la actividad

Una vez definido el problema, se formula la pregunta que guiará el trabajo de los estudiantes: "¿Existe alguna relación entre la disminución (causada por el DDT) del mosquito transmisor de malaria y el crecimiento de la población de ratas?". Se tomará como hipótesis de trabajo que esta relación existe y se intentará encontrar una causalidad que vincule ambos fenómenos (la muerte de mosquitos por el DDT y el crecimiento de la población de ratas) a partir de evidencias.

La actividad propuesta es que los estudiantes trabajen con cuatro documentos ficticios pero verosímiles, que constituyen el material que imaginamos que contenía el maletín de Tom Harrisson y fueron los que él habría utilizado para resolver este problema. A partir de la lectura de estos documentos, los estudiantes deben elaborar una red conceptual en el programa IHMC CmapTools.



Tanto el problema planteado como el personaje de Tom Harrisson existieron realmente, dándole mayor relevancia al desafío planteado para los estudiantes. Los documentos que se brindan para resolver el problema fueron confeccionados por el equipo de Ciencias Naturales 1 a 1 con fines didácticos, pero basándose fuertemente en documentos y evidencias de la época. Los documentos de lectura, están basados en publicaciones científicas reales (las fotos pertenecen a esas publicaciones). Es por esta razón que el lenguaje utilizado y la estructuración de éstos son los característicos de las publicaciones científicas de la época (1950-1960).

Puede ser interesante explicitar en clase que en este trabajo se está emulando un esquema habitual sobre el que se desarrolla el trabajo científico: a partir de un fenómeno que no se ha podido explicar, se plantea un problema, se formula una hipótesis general que guía la investigación (circunscribiendo aquellas cosas que son relevantes para el tipo de problema planteado, lo cual agiliza y orienta la recolección de datos y la formulación de hipótesis intermedias), y luego se ve si las evidencias confirman o refutan esa hipótesis.

La actividad comienza con la lectura del *Cuaderno con anotaciones*. Allí está el primer bosquejo de Tom Harrisson, en el cual se han volcado algunos datos iniciales e ilustra la forma en que se deberán representar los resultados de la investigación: como se pretende plasmar las posibles relaciones entre las

partes del sistema, se usará un esquema en tipo de red, donde los elementos de ese sistema (que en un principio son DDT, Mosquitos y Ratas) son los nodos, y los tipos de relaciones que existen entre ellas son los vínculos o líneas.

De esta manera, la investigación irá avanzando a medida que se va construyendo la red, para lo que se pide que abran el IHMC CmapTools y repliquen los nodos y relaciones que están en el cuaderno dentro del programa (Figura 5). El docente dará algunas indicaciones de cómo se crean los nodos, las relaciones y los conectores, y cómo se direccionan las flechas[5].



Para optimizar el tiempo de clase y facilitar el trabajo en grupo, sugerimos que cada grupo trabaje con el programa CmapTools en una sola de las computadoras mientras que en el resto se leen y analizan los documentos.



Figura 5. Captura de pantalla de los conceptos y relaciones que serán el punto de partida de la investigación de Tom Harrisson.

A continuación se enumeran los documentos de consulta, en un orden sugerido de lectura, acompañados de una breve reseña de los principales conceptos y relaciones que pueden aportar a la red conceptual. Sugerimos que el/la docente ejemplifique la forma de trabajar utilizando el primer documento: **Documento de la OMS sobre el deterioro de techos en las "casas**

---

[5] Puede consultarse el siguiente tutorial: http://www.eduteka.org/Objetos/UsoCmapTools/player.html, ver también: http://cmapserver.unavarra.es/rid=1209459586390_2023867271_1555/Manual%20CmapTools.pdf

largas". Proponemos que, en una puesta en común, se extraigan entre todos algunos conceptos y relaciones de este documento y, proyectando el trabajo con CmapTools con un proyector, el/la docente los agregue a la red conceptual que ofrecemos como base.



En este punto, el/la docente puede utilizar un ejemplo concreto para señalar las siguientes básicas reglas de construcción de una red conceptual (Galagovsky, 1996):

- Los nodos expresan conceptos esenciales que aparecen una única vez en la red
- Los conectores expresan relaciones entre conceptos
- La unión de dos conceptos puede ser leída como una oración nuclear, siguiendo el sentido que marca la punta de flecha del conector. Por ejemplo, en la Figura 5, puede leerse la oración: "El DDT mata a los mosquitos".
- Deben utilizarse verbos precisos. Verbos tales como "afectan", "modifican", "está conectado con", "está relacionado con", etc., no son considerados precisos.

Pueden aclararse también algunos aspectos sobre la lectura de la red (Galagovsky, 1996):

- La lectura de la red puede comenzarse desde cualquier nodo.
- Se consideran conceptos fundamentales aquéllos a los que llegan y de los que parten mayor cantidad de relaciones (flechas).

Los principales conceptos y relaciones que surgen de la lectura del material **Documento de la OMS sobre el deterioro de techos en las "casas largas"** son:

- *Las larvas de polilla deterioran los techos de las casas de Borneo*
- *Las larvas de polilla son resistentes al DDT*
- *El DDT mata a las avispas parásitas*
- *Las avispas parásitas matan a las larvas de polilla*

Estas oraciones nucleares pueden agregarse a la red previa como se muestra en la Figura 6.

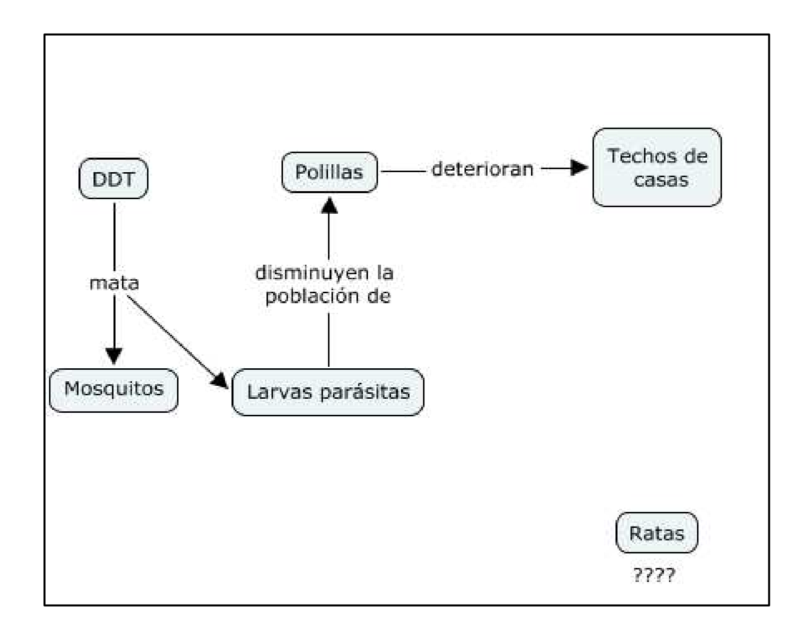


Figura 6. Red conceptual luego de agregar la información incluida en el *Documento de la OMS sobre el deterioro de techos en las "casas largas".*



El resto de los archivos que acompañan esta secuencia didáctica (Análisis toxicológico, Documento enciclopédico sobre el DDT, Recorte del Borneo Telegraph) se proponen como lectura para los estudiantes. Cada grupo deberá utilizarlos para completar su propia red conceptual, mientras el docente se acerca periódicamente para brindar orientación en el trabajo.

Documentos restantes (y principales ideas que desarrollan):

Análisis toxicológico

- *El DDT se acumula en tejidos grasos de los animales*
- *Por bioacumulación, los consumidores secundarios y terciarios tienen mayores concentraciones de DDT que sus presas*
- *Los gatos habrían bioacumulado DDT a partir de la ingesta de animales como las lagartijas*
- *Las lagartijas habrían bioacumulado DDT a partir de la ingesta de insectos contaminados con este compuesto*

Documento enciclopédico sobre el DDT

No aporta información pertinente a la elaboración de la hipótesis de trabajo. Sin embargo detalla información sobre el DDT, uno de los protagonistas centrales de esta secuencia.

Recorte del Borneo Telegraph

- *El DDT no desgasta el material de los techos de las casas.*
- *Las concentraciones de DDT utilizadas no son suficientes para matar un gato.*

Una vez que todos los grupos hayan terminado con la construcción de la red conceptual, pueden compartirse los resultados obtenidos por cada uno utilizando un proyector conectado a una netbook. En esta puesta en común el docente puede pedir a los alumnos que revisen si:

1. Se cumplen las reglas de construcción de una red conceptual
2. Se responde la pregunta que guió la investigación.

Considerando todas las evidencias y relaciones relevantes, incluidas en ellas que se encuentran en los documentos, un esquema final que confirma la hipótesis inicial y constituya la respuesta al problema planteado debería quedar similar al que se muestra en la Figura 7.

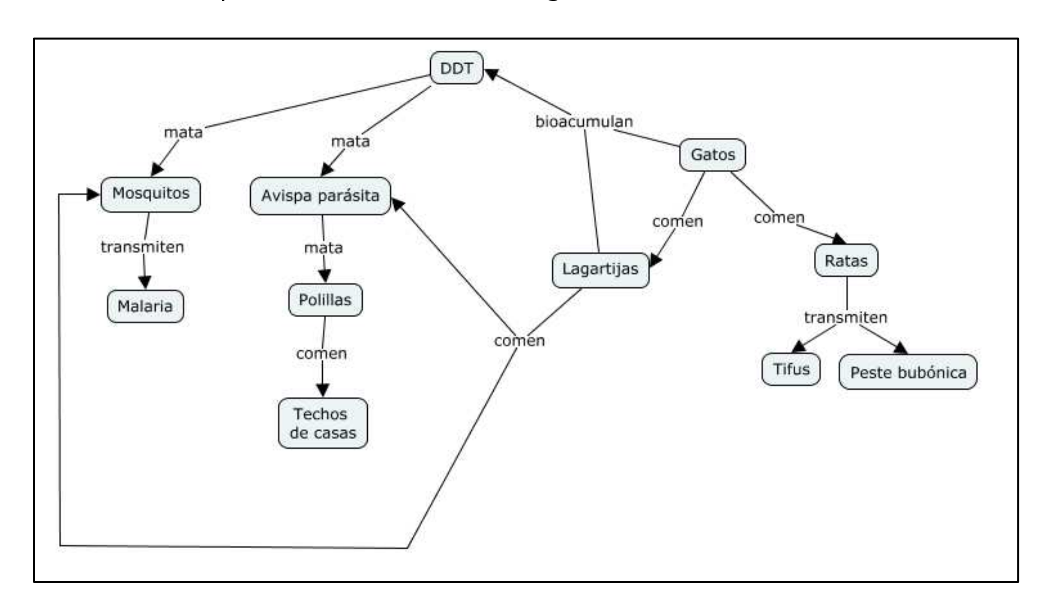


Figura 7. Red conceptual que sintetiza las relaciones tróficas y sirve como marco hipotético para explicar la relación entre la aplicación de DDT y el aumento repentino de la población de ratas.

A partir de la observación colectiva de las redes elaboradas por cada grupo, sugerimos guiar el análisis de los resultados con preguntas como las siguientes: ¿Qué muestra la red? ¿Se corrobora o se refuta la hipótesis inicial?

¿Podemos explicar el problema y completar la misión a partir de los resultados? Es importante que se verbalice la explicación de cómo lo visto resulta (o no) en una explicación del aumento repentino de la población de ratas que derivó en las epidemias de tifus y peste bubónica, y que esto incluya el concepto de **bioacumulación**, proceso necesario para explicar del traspaso del DDT a través de los vínculos que unen a los seres vivos y mostrar los efectos indirectos que puede tener, que no son inmediatamente identificables por observación directa. Si este concepto no aparece en la verbalización, sugerimos preguntar cómo es que el DDT, que se había rociado en dosis muy bajas, llegó a matar, por ejemplo, a un gato. Seguramente, en este momento aparecerá también la cuestión de que los animales se comen unos a otros y que ésta es una forma de traspaso de materia/energía entre organismos. Aquí habrá oportunidad de ponerle nombre a otro de los fenómenos que aparecen en esta secuencia: esta relación de interacción entre los seres vivos, que los une de una manera fundamental en largas cadenas/redes, se llama **relación trófica** (del griego *throphe*, alimentación).

Esta es la actividad central de esta secuencia didáctica. Tiene por meta que los alumnos aborden una problemática compleja, expliciten las interrelaciones entre los distintos elementos del sistema y puedan establecer en forma de una red conceptual, un escenario hipotético para explicar las relación entre la aplicación de DDT y el aumento en la población de ratas en Borneo. Para llevarla a cabo se ofrece a los alumnos una serie de documentos de diversos orígenes, todos confeccionados a fin de hacerlos verosímiles en su tipo: un recorte de diario, dos publicaciones científicas, y un artículo enciclopédico hacen a la batería de documentos útiles para plantear una hipótesis. No toda la información que se incluye es relevante, y en esto se espera que los alumnos pongan en juego sus habilidades metacognitivas: es decir, responderse qué es lo relevante frente al problema planteado.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad abona al tratamiento de todas las dificultades mencionadas más arriba en relación al aprendizaje de este tema. Por un lado, se parte de un ejemplo en el cual el ecosistema es complejo, e incluye tanto al Ser Humano como a los productos de su actividad (las casas, el DDT, etc.).

Por otro lado, consideramos que la utilización de redes conceptuales para abordar interacciones en un ecosistema, es una vía adecuada, debido a que el alumno debe explicitar cuál es el vínculo que une dos nodos en la red; es decir, debe establecer de qué forma interactúan los elementos del sistema. También puede notarse que algunos organismos son comidos por dos o más organismos, lo que refuerza la idea de que las relaciones tróficas suelen ser reticuladas y no lineales.

Estrategias TIC utilizadas

IHMC CmapTools es un programa que permite crear redes conceptuales de forma colaborativa y gratuita. Con una interfaz amigable y muy sencilla para el alumno, éste puede crear conceptos y establecer sus vínculos con mucha mayor facilidad que si lo hiciera manualmente.

Las redes conceptuales creadas con este programa son dinámicas: al tiempo que se agregan nuevos elementos o relaciones, la red puede irse modificando de un modo sencillo e intuitivo (por ejemplo, si se mueve un concepto, sus conectores quedan siempre unidos). De esta manera, la red de elementos que se va modificando en la mente del alumno, puede actualizarse al momento en su netbook.

Para facilitar el establecimiento de los vínculos que cargan de sentido a los conectores, CmapTools ubica sobre cada conector vacío una serie de signos de interrogación "?????", recordando al usuario la necesidad de explicitar la interacción entre elementos unidos en la red.

En particular, para el aprendizaje de las relaciones entre elementos de un ecosistema, y para promover la comprensión de fenómenos complejos como las relaciones tróficas y la bioacumulación, el uso de un programa como CmapTools resulta muy valioso, dado que construir la red es una forma de *aprender haciendo*.

La proyección de los CmapTools en construcción, la realización de modificaciones a medida que se recorren los textos, resultan enriquecedoras ya que, permiten las reformulaciones y reconstrucciones de los conceptos relevantes, reflejados de manera concreta en los cambios que permite el programa sobre el archivo en construcción.

La presentación de información en diversos formatos, accesible mediante enlaces de un documento general, a través de hipervínculos, brinda una oportunidad de ir generando relaciones entre la información, potenciando un dinamismo que facilita la comprensión de fenómenos complejos e intrincados.

La utilización de la aplicación *Fodey*[6] puede complementar el trabajo, ya que permite presentar un texto en formato de recorte periodístico de manera atractiva y auténtica. El programa se usa de forma libre y gratuita, se limita solo a la generación de un texto en formato que emula una noticia periodística y se guarda como una imagen.

[6] http://www.fodey.com/generators/newspaper/snippet.asp

Actividad 3
Consigna para los/las estudiantes

Lean el siguiente texto:

En la gran isla de Borneo, los gatos comían a las lagartijas, que comían a las cucarachas, y las cucarachas comían a las avispas, que comían a los mosquitos.

El DDT no figuraba en el menú.

A mediados del siglo veinte, la Organización Mundial de la Salud bombardeó la isla con descargas masivas de DDT, para combatir la malaria, y aniquiló los mosquitos y todo lo demás.

Cuando las ratas se enteraron de que también los gatos habían muerto envenenados, invadieron la isla, devoraron los frutos de los campos y propagaron el tifus y otras calamidades.

Ante el imprevisto ataque de las ratas, los expertos de la Organización Mundial de la Salud reunieron su comité de crisis y resolvieron enviar gatos en paracaídas.

En estos días de julio de 1960, decenas de felinos atravesaron el cielo de Borneo.

Los gatos aterrizaron suavemente, ovacionados por los humanos que habían sobrevivido a la ayuda internacional.

Eduardo Galeano. Los hijos de los días, Siglo XXI, Buenos Aires, 2012.

Volviendo a las actividades realizadas hoy respondan:

¿De dónde partimos?

¿A dónde llegamos?

Descripción de la actividad

Esta es la actividad de cierre de la secuencia. Tiene como principales propósitos volver sobre las redes establecidas, pensar qué tipo de elementos e interacciones se omiten para resolver el problema, y plantearse el carácter muchas veces impredecible de la actividad humana sobre los ecosistemas.

La actividad comienza con la lectura de un texto de Eduardo Galeano, que describe la trama que dio sentido a la secuencia, pero agrega además el

curioso desenlace de esta historia: ante la muerte de los gatos por bioacumulación de DDT, el gobierno junto con la OMS decidieron arrojar gatos en paracaídas. Los gatos fueron lanzados en jaulas que contenían chocolates, cigarros y bebidas alcohólicas como incentivo para que los habitantes del lugar las abrieran, liberando así a los predadores de las ratas.

El propósito de esta parte es nuevamente destacar el rol activo del Ser Humano en los ecosistemas, quien fuera responsable tanto del origen del problema, como de intervenir para remediarlo.

Para cerrar la secuencia didáctica, en forma expositiva, se mostrará un esquema (en la diapositiva "¿de dónde partimos?", Figura 8) que corresponde a una determinada representación sobre cómo se organiza el mundo de la vida y el rol del Ser Humano en él, y en base al cual se llega a soluciones tales como aplicar un insecticida o tirar gatos en paracaídas para eliminar o controlar poblaciones. Esta representación, que relaciona a las especies unívocamente con el Ser Humano de manera lineal y oculta importancia al resto de las interacciones, impide comprender los efectos indirectos que tiene la alteración de uno de los componentes de la red sobre otros(en este caso, mosquitos y ratas, que no aparecen relacionados).

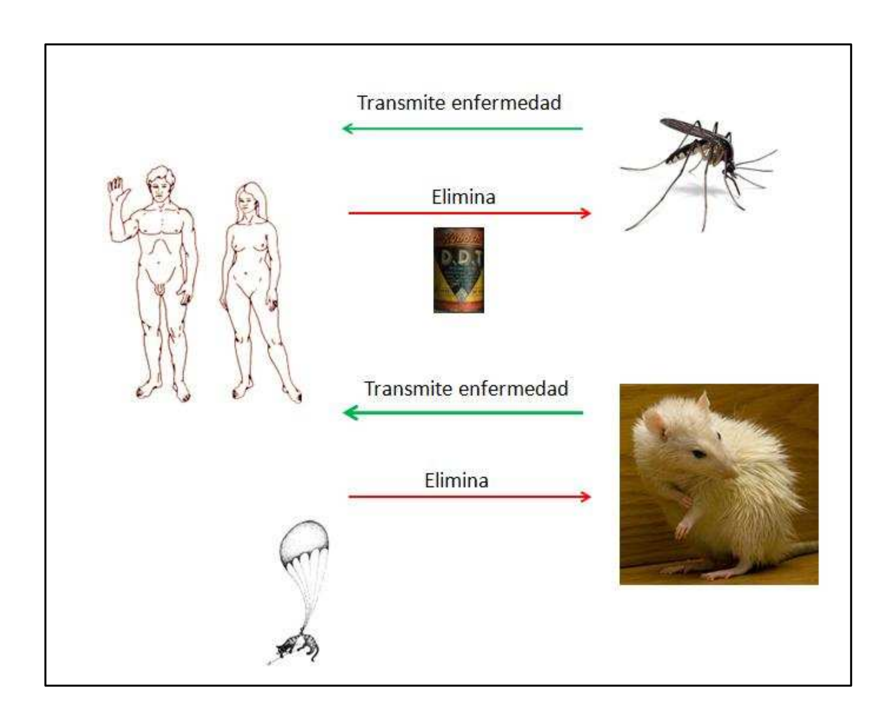


Figura 8. Diapositiva que guía la pregunta "¿De dónde partimos?"

Luego se pasa a otro esquema ("¿A dónde llegamos?", Figura 9), que corresponde al que se construyó en clase. Allí se podrá ver una red un poco más amplia, Que se diferencia de la anterior principalmente en el tipo de organización que muestra más que en la cantidad de interacciones.

Cabe destacar que algunas interacciones generan estructuras circulares, bajo la forma de A→B→C←A ó A→B→C→A. El Ser Humano deja de ser el eje unívoco de todos los vectores para formar parte de una red más amplia (aunque, puede ser un eje preponderante en muchos casos). Esta estructura

en forma de red muestra asimismo conexiones entre componentes alejados, conectados por uno o más intermediarios. Sugerimos hacer notar que las relaciones de interacción pueden ser de distinto tipo, identificadas en el caso de esta red con colores distintos. Las relevadas en este caso corresponden a procesos de los que dependen los organismos para vivir, tales como la alimentación, el hábitat, o que afectan negativamente su supervivencia, como la existencia de predadores, enfermedades, etc.

Se puede ver que existe una interdependencia entre los distintos componentes, por ejemplo, A depende de B para sobrevivir porque es su alimento. B a su vez de C, y C puede depender de la presencia de A en algún sentido. Por lo tanto, es la estructura general de la red la que sostiene las relaciones entre una especie y otra, si esa estructura se altera puede tener efectos adversos sobre una parte de ella o sobre la totalidad. De hecho, puede pasar que una de las partes resulte preponderante en algún sentido (por ejemplo, si es la fuente de alimento de muchos animales) y su desaparición genere un efecto dominó que afecte a muchas otras especies, incluso algunas no directamente relacionadas con ella. En este sentido, este esquema nos permite entender cuestiones tales como qué impacto tiene la desaparición de una especie en un entorno donde interactúan varias especies, y llegar a alguna predicción de las consecuencias de intervenciones drásticas como las del rociado de DDT. En el caso de esta sustancia, el reconocimiento de algunas interacciones que conectan a los seres vivos entre sí de manera no lineal, sumado al proceso de bioacumulación, son necesarios para explicar de qué manera la introducción de una sustancia como el DDT se difunde por la red afectando especies que no tienen relación directa con los mosquitos.

En el costado derecho del esquema se puede aislar una red trófica, a partir de la cual se puede rastrear el camino que recorre esta sustancia.

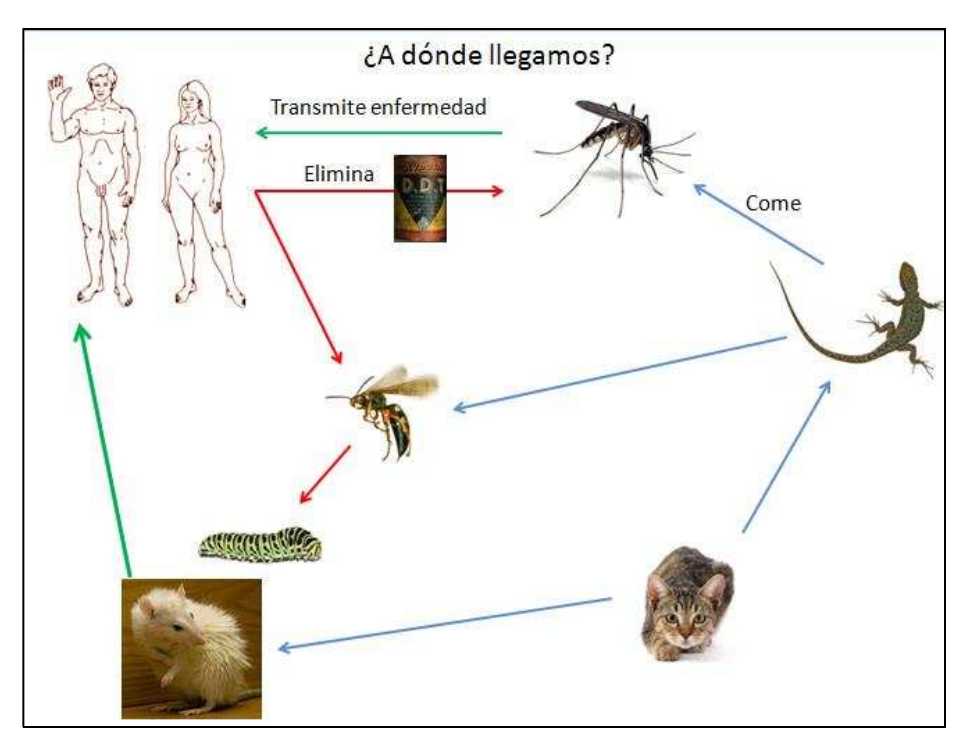


Figura 9. Diapositiva que guía la pregunta: "¿A dónde llegamos?". Los colores de las flechas indican el tipo de interacción entre los organismos.

Las especies y los tipos de interacciones relevadas hasta aquí forman un conjunto muy reducido de todas las existentes en las redes de la vida, y, en esta actividad, han ido apareciendo en función de lo que resultaba relevante dentro del problema a resolver problema y la hipótesis de investigación. Pero siempre se podría ampliarla un poco más. En la diapositiva siguiente se muestran más relaciones, a partir de algunas descripciones sobre la fauna de Borneo, que aumentarán la comprensión sobre las conexiones entre los distintos seres vivos y no vivos y sobre las consecuencias que puede tener un cambio en alguno de ellos, para el ser humano o en general. Este esquema se puede seguir ampliando infinitamente.

Alcances de esta secuencia

Esta secuencia es un punto de partida para abordar relaciones entre especies, en particular las tróficas, y permite asociar estos fenómenos al concepto de bioacumulación. Cualquiera de estos tópicos puede ser trabajados como unidades didácticas en sí mismos, por lo que sugerimos que continúen esta secuencia con más ejemplos, en la dirección que consideren.

Para profundizar el tema

Una propuesta para continuar el trabajo realizado en esta secuencia didáctica puede ser profundizar en los conceptos de cadena trófica, red trófica y pirámide trófica, para poder pensar el flujo de materia y energía en un ecosistema. Se pueden categorizar los organismos según sean productores, consumidores (1°, 2° y 3°) o descomponedores.

También podrían utilizarse partes de esta secuencia para abordar problemáticas ambientales asociadas a la extinción de especies, o a la introducción de especies exóticas, y los desequilibrios en el ecosistema que pueden traer aparejadas.

Si la secuencia se utilizó para abordar el fenómeno de bioacumulación pueden citarse ejemplos históricos de problemáticas asociadas a este fenómeno, o también citarse ejemplos de cómo el Ser Humano puede hacer uso de esta propiedad de los organismos para aplicarlo a la biorremediación (por ejemplo, el uso de plantas acuáticas para eliminar contaminantes del agua).

Propuesta de evaluación

Tomando un caso que ejemplifique el efecto que puede producir en un ecosistema la eliminación de una especie , se puede pedir a los alumnos que construyan una red conceptual que muestre las relaciones entre los organismos involucrados, y luego analicen en un texto qué parte o partes de la red se vieron alteradas y cuáles fueron sus consecuencias.

Algunos casos históricos que han tenido gran repercusión también relacionados con el efecto de la reducción de predadores son:

- El efecto de la pérdida de lobos en el Parque Nacional de Yellowstone (EEUU). Cuando los lobos desaparecieron, la población de alces aumentó. También cambió su comportamiento, dado que comenzaron a salir a las zonas donde quedaban más expuestos y se alimentaban de árboles jóvenes, como el álamo temblón. La población del álamo temblón y de sauces se vio muy afectada. También se redujo la población de castores. Con la reintroducción de los lobos, la zona volvió a restablecer su equilibrio.
- En África, la reducción de leones y leopardos provocó la explosión en la población de una especie de babuino (*Papio anubis*) que transmite parásitos intestinales a los humanos que viven en las proximidades.
- El declive de tiburones, a causa de la pesca indiscriminada para obtener sus aletas, generó un gran aumento de una especie de raya (*Rhinoptera bonasus*) y, con ello, el colapso de las pesquerías de vieiras.

Cierre de la secuencia

Proponemos dar cierre a la secuencia con una reflexión conjunta sobre el efecto impredecible de la acción humana sobre los ecosistemas, poniendo en relieve la complejidad que suponen estos sistemas.

"Además de comprender la naturaleza de los ecosistemas y el lugar que ocupa nuestra especie en ellos, debemos aprender a ser mejores participantes y administradores de los mismos" (Munson, 1994).

Consideramos importante comprender los conceptos, tipos y funcionamiento de los ecosistemas, pero lo fundamental es aprender a desarrollar el pensamiento sobre los sistemas, es decir, aprender a pensar la realidad en términos de sistemas que se incluyen unos a otros y dependen unos de otros, y sus características específicas en términos de estructura, organización, procesos. Estudiar un sistema es estudiar el funcionamiento de totalidades que no pueden reducirse al funcionamiento de las partes. Este aspecto epistemológico, largamente ignorado o dejado de lado por otros tipos de pensamientos lineales relacionados con la efectividad en el dominio de los entornos, resulta fundamental para abordar la naturaleza de varios de los problemas urgentes que enfrenta la humanidad y para generar soluciones, para alcanzar otra comprensión del lugar del ser humano en el universo y del impacto de nuestras conductas cotidianas en la viabilidad de un ámbito de existencia.

Marco TPACK

Conocimiento tecnológico disciplinar: La transposición de dos artículos científicos, respetando su formato y estilo de redacción y presentación de la información, son insumos fácilmente editables con un procesador de textos, que proponen al alumno basar su investigación en el análisis de procedimientos y conclusiones de trabajos científicos, una tarea de lo más ubicua en la labor científica.

Conocimiento tecnológico pedagógico: El soporte del presentador de diapositivas, es un medio gráfico e interactivo que contiene todas las consignas de la secuencia, tiene vínculos hipertextuales que conducen a los distintos documentos que el alumno debe consultar a lo largo de la secuencia. De esta manera, la secuencia se presenta en un entorno atractivo para el alumno, posibilita el acceso a los archivos con los que trabajará y contiene también la puesta en común que guiará el docente.

Conocimiento pedagógico disciplinar (cómo enseñar un contenido concreto): Los principales obstáculos y dificultades en relación al aprendizaje del contenido que aborda la secuencia yacen en la supeditación a representaciones lineales por sobre las reticuladas, y en la dificultad en identificar interacciones entre los elementos de un ecosistema.

La pregunta que estructura la secuencia didáctica contribuye a que los estudiantes se pregunten por la existencia de interacciones entre los componentes de un ecosistema. El trabajo con los documentos de Tom Harrisson y la confección de la red conceptual invitan a explicitar algunas de las interacciones que se dan en un ecosistema.

La utilización de un caso real también forma parte del núcleo pedagogía-contenido, dado que se eligió un caso que pretende resultar motivador para los estudiantes, que concluye en la peculiar decisión de arrojar gatos en paracaídas para resolver un problema de origen antrópico.

Conocimiento tecnológico, pedagógico, disciplinar (TPACK): La implementación de CmapTools para crear las redes conceptuales para plasmar las interacciones en un ecosistema es la piedra fundamental de esta secuencia didáctica, ya que se encuentra en la interfase del contenido a enseñar, las elección de la estrategias pedagógicas más adecuadas, y el uso de las herramientas TIC indicado para tal fin.

Se mencionó la ventaja que supone que los estudiantes construyan una red conceptual para establecer una red de interacciones en un ecosistema: a través de esta herramienta los estudiantes crearán distintas redes siguiendo un conjunto de reglas sintácticas, como podrían escribir en un párrafo las relaciones entre los distintos elementos del sistema estudiado. La ventaja de hacerlo en la red es que por un lado el producto es más gráfico y sintético, y

mucho más importante, están creando una red tal como se estudian en ecología las interacciones entre especies de un ecosistema. Aplican una metodología que los conduce a producir un contenido: una red de relaciones (en su mayoría tróficas).

El agregado que le da el uso de CmapTools resulta determinante en el aprendizaje de este contenido. El programa permite construir redes dinámicas, de modo tal que el estudiante puede modificar, agregar o quitar vínculos o conceptos a medida que consulta nueva información (la red conceptual se modifica cuando el estudiante cambia la representación mental de los elementos y sus relaciones). Otra ventaja de trabajar con redes dinámicas es que se ahorra mucho tiempo operativo, y el alumno puede *aprender haciendo*: el tiempo que llevaría construir estas redes (y modificarlas) a mano podría hacer que el docente desestime un abordaje en el que el alumno es autor de su red conceptual, y optar por una estrategia que le quite protagonismo intelectual al estudiante.

Carpeta de actividades para los estudiantes

Actividad 1: presentación del problema / lectura del relato multimedial

Actividad 2

Primera parte

¿Habrá una relación entre la disminución de la población de mosquitos transmisores de malaria y el aumento de la cantidad de ratas transmisoras de tifus y peste bubónica?

Para contestar esta pregunta, analizarán las fuentes de información que suponemos que encontró Tom Harrison. A medida que lean cada una de ellas, presten atención al modo en que la presencia de DDT incide (o no) en cada una de las especies que aparecen en los textos.

Segunda parte

Abran el ***Cuaderno con anotaciones***

Abran el programa IHMC CmapTools y elaboren una red conceptual que tenga los conceptos y las relaciones que suponen que Tom Harrisson estableció como hipótesis de trabajo.

Lean el resto de los archivos de la mochila de Tom Harrisson, analicen la información que brinda cada uno y construyan una red conceptual que indique las relaciones posibles entre la disminución de la cantidad de mosquitos y el aumento de la población de ratas en Borneo.

Actividad 3

Lean el siguiente texto:

En la gran isla de Borneo, los gatos comían a las lagartijas, que comían a las cucarachas, y las cucarachas comían a las avispas, que comían a los mosquitos.

El DDT no figuraba en el menú.

A mediados del siglo veinte, la Organización Mundial de la Salud bombardeó la isla con descargas masivas de DDT, para combatir la malaria, y aniquiló los mosquitos y todo lo demás.

Cuando las ratas se enteraron de que también los gatos habían muerto envenenados, invadieron la isla, devoraron los frutos de los campos y propagaron el tifus y otras calamidades.

Ante el imprevisto ataque de las ratas, los expertos de la Organización Mundial de la Salud reunieron su comité de crisis y resolvieron enviar gatos en paracaídas.

En estos días de julio de 1960, decenas de felinos atravesaron el cielo de Borneo.

Los gatos aterrizaron suavemente, ovacionados por los humanos que habían sobrevivido a la ayuda internacional.

Eduardo Galeano. Los hijos de los días, Siglo XXI, Buenos Aires, 2012.

Volviendo a las actividades realizadas hoy respondan:

¿De dónde partimos?

¿A dónde llegamos?

Bibliografía

CAÑAS, A. J., HILL, G., CARFF, R., SURI, N., LOTT, J., ESKRIDGE, T. ... & CARVAJAL, R. (2004). CmapTools: A knowledge modeling and sharing environment. In Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of the first international conference on concept mapping. (1) 125-133.

GALAGOVSKY, L. (1996). Redes conceptuales. *Aprendizaje, comunicación y memoria. Buenos Aires*. Lugar Editorial

WESTRA, R.H.V. (2008) *Learning and teaching ecosystem behaviour in secondary education. Systems thinking and modelling in authentic practices*, Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education (Disponible en: http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2008-0220-200526/westra.pdf)

ROJERO, F. (1999) *Entender la organización. Aspectos didácticos del estudio de los ecosistemas*, Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, (20). 55-64

SÁNCHEZ-CAÑETE, J. y PONTES PEDRAJAS, A. (2010) *La Comprensión de conceptos de Ecología y sus implicaciones para la Educación Ambiental*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. (7) 271-285

BERMUDEZ & LÍA. (2008) *La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 7 (2) 275-296.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (2014) Informe Mundial sobre Paludismo 2014. Disponible en: http://www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report_2014/report/es/ (última consulta octubre 2015)

PALMA, H. A. (2008*) Metáforas y modelos científicos. El lenguaje en la enseñanza de las ciencias*, Buenos Aires, Editorial El Zorzal.

Fuentes originales sobre la historia de los gatos en paracaídas en "Operation Cat Drop." 2007. 22 Oct. 2015 <http://catdrop.com/> Última consulta: 22/10/2015

MUNSON, B. H. (1994). Ecological misconceptions. Journal of Environmental Education, 24(4), 30-34.

Anexo I

El día que llovieron gatos en Borneo.

Esta historia está basada en hechos reales ocurridos en la década de 1950 en la isla de Borneo[7]. Durante esos años, hubo un brote de malaria entre una de las comunidades de Borneo, los Dayak. La malaria [8](también llamada paludismo) es una enfermedad producida por un parásito[9] transmitido por la picadura de un mosquito del Género *Anopheles.* Si bien existen otras formas de contagio[10] la picadura de estos mosquitos es la principal. La Organización Mundial de la Salud trató de resolver el problema. Entre 1952 y 1955 se fumigó un extenso territorio e con grandes cantidades de una sustancia llamada DDT para matar a los mosquitos que trasmiten la malaria. Los mosquitos murieron y, tal como se esperaba inicialmente, al eliminar el agente de trasmisión (los mosquitos) ya no se contagió más gente con esta enfermedad.

Sin embargo, un tiempo después de la fumigación, comenzaron a ocurrir hechos extraños: los techos de las casas de la gente comenzaron a caer sobre sus cabezas y se produjo una muerte generalizada de los gatos de toda la región. Al no haber gatos que las cazaran y controlaran, la población de ratas, tuvo un crecimiento repentino, lo cual trajo aparejadas dos nuevas enfermedades, transmitidas por las ratas, hasta el momento no conocidas en Borneo: el Tifus[11] y la Peste bubónica (o selvática).

---

[7]Borneo es la tercera mayor isla del mundo y está ubicada en el sudeste de Asia

[8]Es la primera enfermedad de importancia entre las enfermedades debilitantes. Entre 700 000 y 2,7 millones de personas mueren al año por esta causa. (OMS, 2014)

[9]El parásito del género *Plasmodium* ingresa en los glóbulos rojos del organismo produciendo su ruptura

[10] Por vía placentaria (madre a hijo) o por transfusión sanguínea

[11] Conjunto de enfermedades infecciosas producidas por varias especies de bacteria del género *Rickettsia*, transmitidas por la picadura de diferentes artrópodos como piojos, pulgas, ácaros y garrapatas que portan diferentes aves y mamíferos (en este caso, ratas)

Para hacer frente a estos problemas, que ellos mismos habían creado, la Organización Mundial de la Salud utilizó una estrategia muy llamativa: en 1959 arrojaron gatos en paracaídas sobre la zona afectada, para que estos controlaran la población de ratas y de esta forma intentar frenar el contagio



de estas dos nuevas enfermedades.

Anexo II

Tom Harrisson, el "antropólogo descalzo"

La primera referencia a la historia de la "lluvia de gatos" en Borneo fue escrita por Tom Harrisson, quien vivió en esos años en Sarawak, Borneo, y es gracias a él que este caso se hizo conocido mundialmente.

Según sus relatos de los hechos, los gatos fueron metidos en pequeños contenedores y lanzados con paracaídas individuales desde aviones que sobrevolaron la zona. Este mecanismo de distribución (arrojar cajas con paracaídas) ya se había utilizado reiteradamente en zonas de difícil acceso durante la segunda guerra mundial.



Harrisson nació en Argentina en 1911 pero se crió y estudió en Inglaterra. En el curso de su vida fue ornitólogo, explorador, periodista, locutor, soldado, guerrillero, etnólogo, curador del museo, arqueólogo, documentalista, cineasta, conservacionista y escritor.

Aunque a menudo se describe como un antropólogo, y, a veces referido como el "Antropólogo descalzo", sus estudios de grado en la Universidad de Cambridge, antes de irse a vivir a Oxford, fueron en ciencias naturales. CITA

Pasó gran parte de su vida en Borneo (principalmente en Sarawak) y vivió también en los EE.UU., el Reino Unido y Francia, antes de morir en un accidente de tráfico en Tailandia.

Anexo III

Otros documentos de Tom Harrisson



Borneo Tel

Viernes 30, Agosto, 1954

Fuerte baja en el índice de te

Durante la Décima Conferencia sobre Malaria que se celebró en la capital, representantes de la región de Sarawak refirieron una demanda de que la fumigación con DDT causó que los techos de paja de las casas se pudran, y el jefe nativo, O. K. K. Sodomon del norte de Borneo, planteó el mismo problema: que el rociado con DDT había estropeado los techos de paja de muchas casas en su área. Durante esta misma conferencia, jefes de Sarawak y Sabah también reclamaron por la muerte repentina de la mayoría de los gatos domésticos en las aldeas. Delegados de la Organización Mundial de la Salud aseguraron que la sustancia no desgasta los materiales de los techos, y que las dosis aplicadas son muy bajas y no afectan a mamíferos. Sin embargo prometieron llevar a cabo investigaciones para determinar las causas de ambos hechos.

Ren
foll
imp

The
that
rela
the
beh
of a
exp
in li
its
beh
con
or v

It m

Secuencia didáctica N°2. Energía

"Ningún científico piensa con fórmulas. Antes de que el físico comience a calcular ha de tener en su mente el curso de los razonamientos. Estos últimos, en la mayoría de los casos, pueden expresarse con palabras sencillas. Los cálculos y las fórmulas constituyen el paso siguiente" (Einstein)

¨No se trata, pues, de comenzar hablando de la energía, intentando definirla, sino de plantear el problema de los cambios y de explicar los mismos como el resultado de las interacciones. La idea de energía podría introducirse después, asociada a la búsqueda de vínculos entre los distintos cambios y a los intentos de cuantificarlos¨ (Arons, 1997)

Sinopsis

El concepto de energía es uno de los más relevantes para la Física y otras ciencias exactas y naturales. Existen numerosos trabajos (Duit, 1987; Solomon, 1985; Solbes y Tarín, 1998; Dominguez y Stipcich, 2009) donde se pone en evidencia que los estudiantes identifican el concepto de energía y le asignan un carácter material, asociándola sólo al movimiento o a la actividad, considerando que se almacena o se gasta, concepción reforzada por el lenguaje coloquial en el cual se utilizan cotidianamente expresiones como "consumo de energía" o "crisis energética".

En esta secuencia didáctica se propone abordar esta problemática mediante el trabajo con diferentes recursos tecnológicos: la intervención de imágenes y videos y el uso de un simulador de cambios y transformaciones de energía. Como eje de la clase, se propone a los estudiantes que ayuden a responder ciertos interrogantes que un estudiante ficticio se plantea en relación a qué es la energía y cómo es posible que si la misma se conserva, se hable de crisis energética. En un primer momento a partir de una clasificación de imágenes y visualización de videos se busca problematizar a los estudiantes sobre la energía como materia, haciendo que entren en conflicto las ideas alternativas con la observación de un fenómeno particular. En un segundo momento se propone el uso de un simulador que permite seleccionar la fuente energética y qué tipo de transformación sufre. El simulador permite visualizar símbolos de energía en los que se hace evidente las diferentes transformaciones de energía. Finalmente se espera que los estudiantes puedan responder los interrogantes planteados, a partir del armado de una noticia de diario.

Objetivos

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- Problematizar la concepción de energía como objeto material mediante la identificación de inconsistencias en las explicaciones de fenómenos observables.
- Reconocer diferentes tipos de energía a partir del análisis de distintos tipos de interacciones
- Apropiarse del concepto de conservación de la energía, aplicándolo a situaciones en las que se analiza su transformación, transferencia y degradación.
- Analizar el impacto ambiental y social de la producción y el consumo de la energía para poder identificar acciones a mejorar en la vida cotidiana.

Contenidos en relación con los NAP

En esta secuencia se trabaja con el concepto de Energía. La misma forma parte de los siguientes lineamientos curriculares:

- La introducción a la noción de campos de fuerzas como una zona del espacio donde se manifiestan interacciones de diferente naturaleza, utilizando ejemplos gravitatorios, eléctricos y magnéticos.
- El reconocimiento de que a los campos gravitatorio y eléctrico se les puede asociar una energía potencial.

Contenidos previos

La secuencia está diseñada para comenzar con el estudio y análisis del concepto de energía. No se requieren conocimientos previos de la disciplina. Sin embargo sí es necesario que estudiante tenga al menos una noción intuitiva de los sistemas físicos y de que existen ciertas propiedades que, una vez definido un estado inicial, permiten describir los cambios sufridos en un sistema a partir de las modificaciones de dichas propiedades.

Aspectos a considerar en la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos que aborda la clase.

El concepto de energía es uno de los más importantes de la Física y también de otras ciencias (Gallástegui y Lorenzo, 1993; Domenech y otros, 2001; Solbes y Tarín, 1998; entre otros).

Existen numerosos trabajos en los cuales se documentan dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje donde los estudiantes suelen asignarle un carácter material a la energía (Duit, 1987; Solomon, 1985), asociarla sólo con el movimiento (Solomon, 1983) o considerar que se almacena o se consume (Kesidou y Duit, 1993; Solomon, 1985), dificultades que se refuerzan

por el uso coloquial de expresiones como “consumo de energía” o “crisis energética” (Solbes y Tarín, 1998).

En otros casos los estudiantes tienen dificultades en distinguir formas de energía de sus fuentes, tienden a considerar el calor como sustancia o una forma de energía e intercambian calor con temperatura según el contexto (Von Roon y otros, 1994).

Otra de las dificultades es la de considerar a la energía como la capacidad de realizar trabajo, siendo que la energía puede transformarse o transmitirse por medio de trabajo, pero nunca transformarse en trabajo. Por otro lado, en numerosos libros de textos, incluso de educación superior, aparece el término energía pero no se lo define explícitamente (Dominguez y Stipcich, 2009).

“Hasta que los alumnos no comprendan los procesos de transformación, conservación, transferencia y degradación de la energía, no será posible que entiendan el principio de conservación de la misma.” (Solbes y Tarin, 2008).

Siendo la energía un tema que se trabaja tanto en la escuela primaria como en la secundaria, consideramos que la apropiada interpretación del concepto de energía es fundamental para la comprensión de numerosos procesos y fenómenos. Se busca además contextualizar el problema a abordar, ya que se ha comprobado que el contexto y las circunstancias sociales son variables importantes que interactúan con las características individuales para promover el aprendizaje y el razonamiento (Moreira, 1994). La elección del contexto sería, por tanto, lo que hace que la actividad sea auténtica Los estudiantes pueden así ver que el conocimiento de una disciplina como es la física es parte de una compleja red de valores y actividades que afectan al entorno y a la sociedad. De aquí que los contextos que promueven el interés en los estudiantes resulten de tanta importancia para promover el aprendizaje significativo. Por una parte, el contexto evoca situaciones conocidas que sirven para establecer asociaciones; por otra parte, la estructura afectiva del estudiante se utiliza como elemento facilitador del aprendizaje. (Rioseco y Romero, 1997).

Actividad 1: Planteo del problema
Consigna para los/las estudiantes

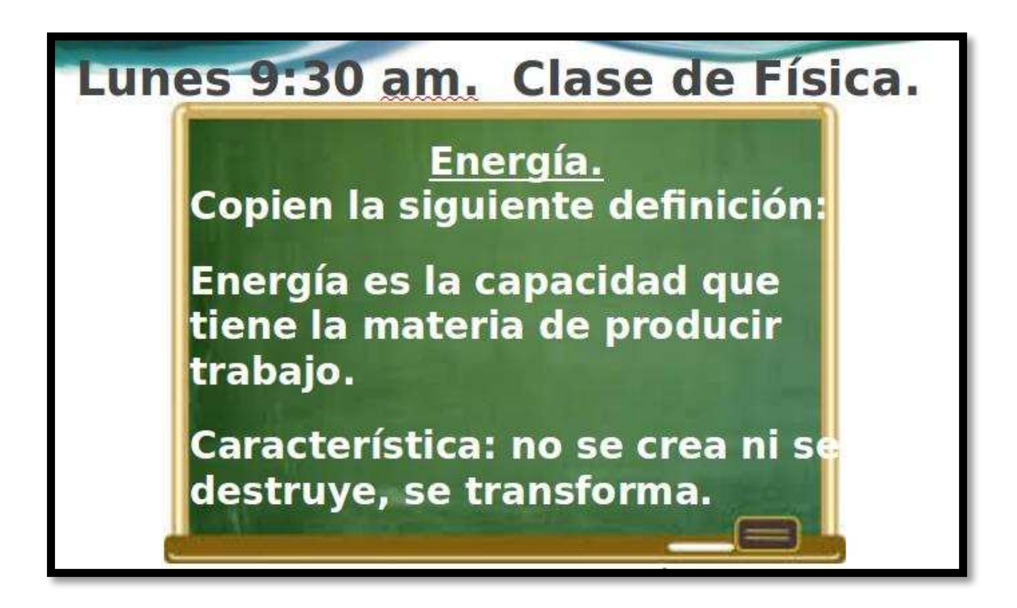
Primera parte

1. Observen entre todos la siguiente situación y escuchen los audios de la radio y la noticia del diario.
2. "Lautaro, un chico d*e 14 años, está desayunando con su familia y escucha ciertas noticias en la radio y en el diario sobre la crisis energética"*
   https://soundcloud.com/einaturales-conectar/energia01
   https://soundcloud.com/einaturales-conectar/energia02



Fig.1

3. *Más tarde, Lautaro se encuentra en su clase de física, donde su profesora le da la siguiente definición y caracterización de la energía.*



Lautaro se pregunta entonces:
¿Dónde está la famosa energía?
Si la energía se conserva… ¿por qué hablan tanto de crisis energética?

Descripción de la actividad

En caso de contar con un proyector y equipo de sonido, se muestra a todo el grupo la imagen 1 con sus audios y se presenta la situación descrita. La idea es que entre todos puedan identificar la problemática que se plantea tanto en los audios como en los diarios, que tiene que ver con la crisis energética.

Más tarde, se presenta a Lautaro en su clase de física, donde su profesora le da la una definición y caracterización de la energía.

Al estudiante ficticio Lautaro se le presenta un conflicto. Por un lado la profesora de física, como referente en el ámbito científico, establece que la energía no se destruye, sino que se transforma. Por otro lado, en los medios de comunicación Lautaro escucha hablar de crisis energética. Estas dos ideas plantean un conflicto en él: *"Lautaro se pregunta entonces* ***¿Dónde está la famosa energía? Si la energía se conserva… ¿por qué hablan tanto de crisis energética?"***

La propuesta de trabajo pretende motivar a los estudiantes con la generación de herramientas que permitan resolver el conflicto de Lautaro.

El objetivo de la actividad es plantear el interrogante que se intentará resolver a lo largo de toda la clase.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Según los preceptos de la Pedagogía Crítica (Borja, 2003) el contexto es el lugar donde el conocimiento se vuelve significativo. El situar la actividad escolar planteada en un ámbito cercano al estudiante permite su contextualización y la apropiación de la propuesta didáctica. Comenzar la secuencia con el joven desayunando y escuchando la radio y continuar con lo que sucede en la clase de Física hace que nuestros estudiantes puedan identificarse con Lautaro y los motiva para tratar de responder las preguntas.

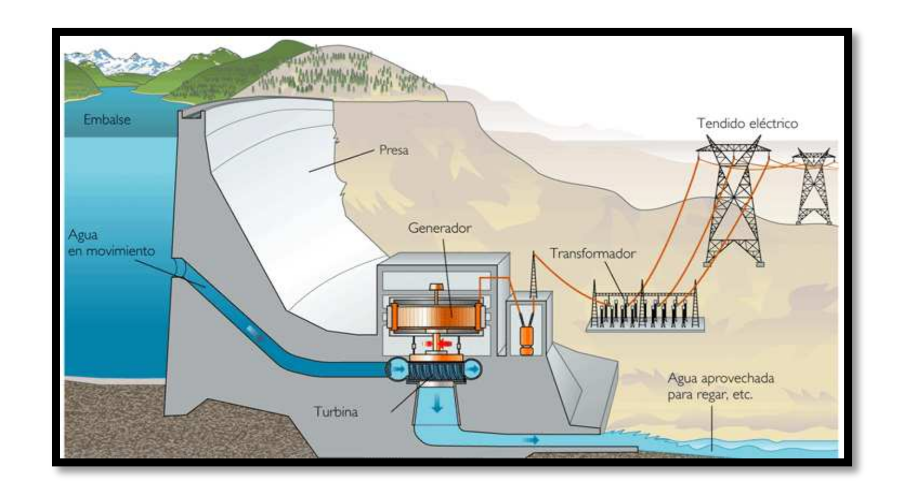
Actividad 2: ¿Dónde está la energía?

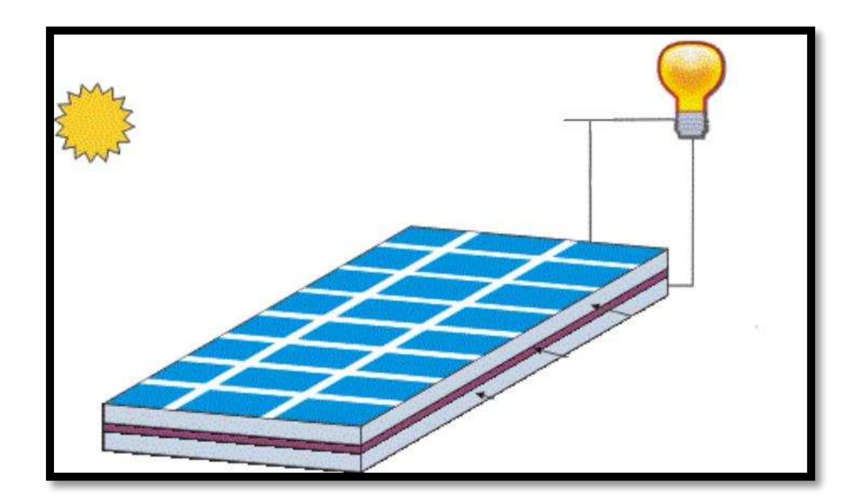
Consigna para los/las estudiantes

1. Reúnanse en grupos de 2 o 3 y describan qué observan en cada una de las siguientes imágenes y videos.
2. En las representaciones que observaron, ¿está presente la energía? ¿Dónde? Señálenlo con una flecha (o las que consideren necesarias) en cada diapositiva.
   En los casos donde hay videos, tomen una captura de pantalla de alguna imagen que les parezca característica de la situación y sobre la misma dibujen la o las flechas.

Imágenes:







Links de los videos:

Cocina solar: https://www.youtube.com/watch?v=-miti6tuXL0

Video Popeye: https://www.youtube.com/watch?v=mB84-TXsZgo

Video pelota: https://www.youtube.com/watch?v=GGyatRnd7cM

Descripción de la actividad

Se propone que los estudiantes en pequeños grupos observen diferentes situaciones, realicen una breve descripción e identifiquen dónde creen que "se encuentra" la energía (si es que para ellos está presente).

No hace falta que pongan de qué tipo de energía se trata si no que traten de ubicarla.



Es importante que los estudiantes puedan escribir la descripción de la situación. Y que no solo imaginen sino que además dibujen las flechas en el lugar que consideren adecuado.

Esto resultará muy valioso a la hora de realizar la puesta en común y analizar entre todos lo trabajado.

Se pide a los estudiantes que socialicen sus respuestas. Según nuestra experiencia, la mayoría de ellos suele ubicar a la energía en los mismos lugares (sol, planta, comida, agua, etc.).

En particular, frente al video (https://www.youtube.com/watch?v=GGyatRnd7cM), la mayoría de los estudiantes identificarán la energía en la mano que se ve o en la pelota que cae. Es importante recalcar que la situación que se describe con el video es la siguiente: "una mano suelta una pelota, y la misma cae al piso".

Actividad 3

Consigna para los/las estudiantes

1. Observen entre todos el siguiente video (https://www.youtube.com/watch?v=f05rwIELHPE) y analicen la situación, en base a las siguientes preguntas:

    a. ¿Qué puede observarse en el video?

    b. Si la energía del video anterior (https://www.youtube.com/watch?v=GGyatRnd7cM) estaba en la pelota/mano, ¿por qué es que la situación que se observa es diferente?

    Escriban sus respuestas a continuación.

2. Corregir en caso que sea necesario las respuestas anteriores, de la actividad 2.

Descripción de la actividad

Se propone entonces ver entre todos el siguiente video (sugerimos, si posee un proyector, mostrar el video a todo el grupo a la vez. En caso contrario, cada equipo puede ver el material en una computadora.)

Luego de ver el video, sugerimos promover diferentes discusiones a partir de los siguientes interrogantes:

- *¿Qué puede observarse en el video? ¿Cómo describirían la situación?*

Se espera que puedan indicar que este video muestra una situación análoga a la del video anterior, en el cual hay una persona que con su mano suelta una pelota, pero que en este caso la misma no cae sino que queda flotando.

- Si la energía estaba en la pelota/mano, ¿por qué la situación que se observa es diferente?
- ¿Qué es lo que diferencia una situación de la otra?

A partir del análisis de los dos videos, se pretende que los estudiantes puedan arribar a la conclusión de que la energía no puede estar ni en la pelota ni en la mano, ya que en ese caso, deberían observarse situaciones similares. Es decir, si la pelota es la que "tiene" la energía, ¿por qué en el primer caso cae y en el segundo no?



*El concepto al que se busca llegar es a que la energía no se encuentra en los objetos, sino que **es una característica de la interacción entre ellos**. Se busca construir definiciones operacionales dejando de lado, por ahora, las más académicas.*

El camino para arribar a este concepto es uno de los ejes principales de la clase.

En el caso del primer video, se trabaja sobre la interacción entre la pelota y la Tierra. En el caso del segundo video, la ausencia de esa interacción explica que, la pelota no caiga, y es lo que hace, que las situaciones observadas sean diferentes.

Finalmente, se pide a los estudiantes que analicen sus respuestas a las preguntas de la Actividad 2 y corrijan en caso necesario, es decir, vuelvan a indicar con flechas dónde está la energía en cada caso.



Consideramos fundamental que los estudiantes puedan revisar sus respuestas a las preguntas iniciales a la luz de los conocimientos recién adquiridos. Esperamos que reconozcan, por ejemplo que la energía no estaba ubicada ni en el Sol ni en la planta, sino que es propia de la interacción entre esos objetos. Pueden dibujar flechas en el medio o representar la interacción como a ellos les parezca más representativo.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Las actividad 2 busca explicitar las ideas alternativas que tienen los estudiantes, invitándolos a ponerlas por escrito para después poder ser confrontadas. Es fundamental que cumplan con la consigna de intervenir las imágenes, pues los ayuda a precisar dichas ideas, cuestión que si se deja en el plano meramente oral permite ciertas indefiniciones que después pueden acomodarse a la nueva situación sin forzar un conflicto cognitivo, que es lo que se busca en esta clase.

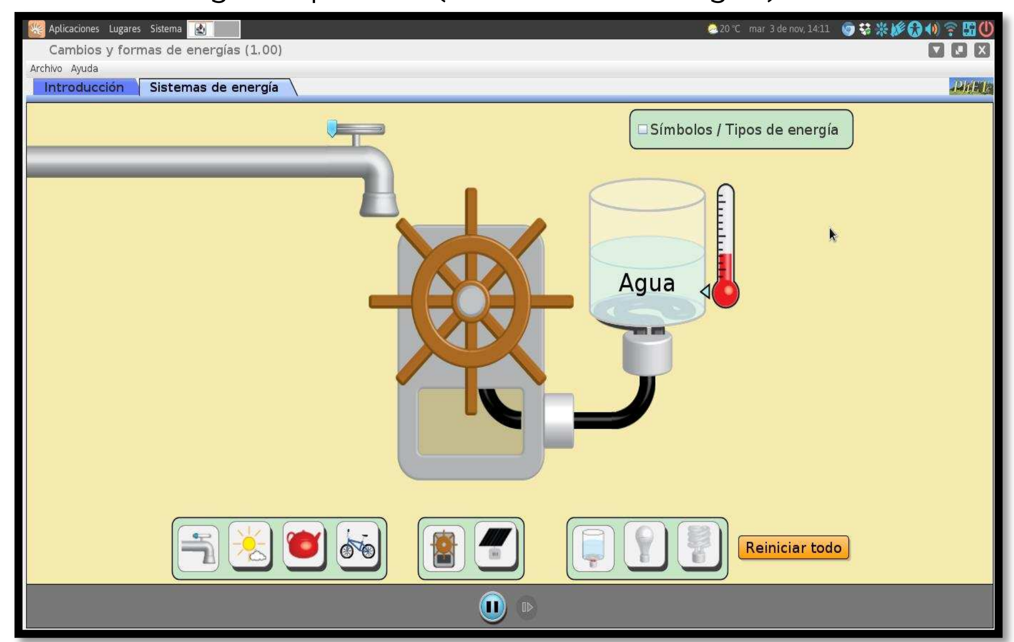
Cuando en la Actividad 3 se visualiza el video que se ha filmado en la Estación Espacial Internacional, las ideas alternativas de los estudiantes deberían entrar en crisis ya que ahora no les servirían para explicar la nueva situación. Este conflicto cognitivo genera la necesidad de replantearse los modelos explicativos empleados hasta el momento, lo cual genera las condiciones para una más adecuada construcción del concepto de energía.

Es objetivo de estas actividades reconocer diferentes formas de energía a partir del análisis de distintos tipos de interacciones (como la gravitatoria, en este último ejemplo). Sin embargo, hablar de distintas formas de energía podría reforzar su concepción de entidad material "que cambia de forma". Para evitarlo se busca asociar las distintas formas de energía (cinética, potencial gravitatoria, etc.) a diferentes configuraciones de los sistemas y a distintas formas de interaccionar de la materia. (Pintó, 1991; Resnick, Halliday y Krane, 1993; Arons, 1997; Kaper y Goedhart, 2002).

Actividad 4: Conservación de la Energía
Consigna para los/las estudiantes

La frase que escribió en el pizarrón la maestra de de Lautaro, es uno de los principios más conocidos de la física: el de conservación de la energía (*Primer principio de la Termodinámica*). El mismo establece que *la energía presente en un sistema aislado se conserva; no se crea ni se destruye, se transforma.* Vamos a ver ahora cómo es que se transforma esta energía.

a. Descarguen en sus computadoras el simulador "Cambios y formas de energía", [12]
b. Abran la segunda pestaña ("Sistemas de energía").



c. Organizados en los mismos equipos que antes, armen los diferentes sistemas que se describen a continuación y activen los símbolos de energía.
Completen el siguiente cuadro, poniendo especial énfasis en lo que ocurre a nivel energético (es decir, mirando especialmente las ).
Pueden armar sus propias configuraciones y agregarlas a la tabla.

a. [12] disponible en: https://phet.colorado.edu/es/simulation/energy-forms-and-changes.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Observaciones
Canilla	Rueda	Lámpara	
Canilla	Rueda	Agua	
Bicicleta	Rueda	Agua	
Sol	Panel	Agua	
Bicicleta	Panel	Lámpara	

d. Observando los diferentes tipos de energía que intervienen en el simulador
¿Todos los *cuadraditos* de energía se están utilizando en el funcionamiento del dispositivo? En caso de que no sea así, indicar a qué tipo de energía corresponden.

e. Hilando fino.
Investiguen con el simulador qué sucede si comparan la lámpara de filamento con la de bajo consumo.
Pueden armar el dispositivo como quieran.
Escriban una conclusión.

Descripción de la actividad

Se propone trabajar sobre el *Principio de conservación de la energía* mediante el uso de un simulador de Phet



Los simuladores de PhET (https://phet.colorado.edu/es/) fueron diseñados por un grupo de investigadores de Universidad de Colorado y tienen mucha rigurosidad disciplinar.

Es un interesante conjunto de simuladores didácticos e interactivos diseñados para enseñar los conceptos básicos de diferentes fenómenos. Son más de 90 simulaciones de física, química, biología, ciencias de la tierra y matemática.

Todas las simulaciones vienen con una guía para el profesor que contiene consejos creados por el equipo PhET para trabajar con los estudiantes. Además todas las versiones están disponibles tanto para trabajar online como para descargar gratuitamente y trabajar sin necesidad de conexión y

están traducidas al español. En el Huayra ya están directamente todas las simulaciones disponibles en las netbooks.

El mismo permite trabajar muy bien este contenido, pero hay algunas consideraciones que es necesario realizar previamente con los estudiantes.

Este simulador es muy útil al momento de analizar las transformaciones de la energía, incluyendo la energía que se degrada en todo proceso, pero podría reforzar la concepción problematizada en la actividad 3. Nos referimos a la forma de representar la energía que se eligió en este simulador en particular, en la cual se la representa como un objeto material ("cubito" de energía), el cual es emitido por la fuente (objetos colocados en el primer lugar de izquierda a derecha).

Este modelo podría fomentar la idea de que la energía es un ente material y está, por ejemplo, en el Sol o en el vapor que sale de la pava con agua hirviendo.

Sin embargo, si se le llama la atención a los estudiantes sobre este particular, este simulador puede servir para reforzar el concepto de energía como interacción.

Por otro lado, sugerimos fuertemente discutir con los estudiantes sobre los alcances y beneficios de trabajar con un simulador.

En el trabajo con simuladores, nos parece importante remarcar que siempre se trabaja con una representación de un modelo, la cual posee potencialidades y limitaciones. En el caso de esta actividad, las limitaciones del simulador que se ofrece no será adecuado para problematizar la concepción de ***energía como ente material****, pero sí para trabajar sobre otros aspectos de este contenido como ser las concepciones de* ***transformación de la energía****.*

Para más información sobre el uso de simuladores en enseñanza de la Ciencias Naturales, se puede consultar el e-book Ciencias Naturales y TIC [13]

Durante la actividad, se pide a los estudiantes que armen diferentes configuraciones de sistemas y completen un cuadro, describiendo qué es lo

[13] disponible en http://escuelasdeinnovacion.conectarigualdad.gob.ar/mod/page/view.php?id=762

que pasa en cuanto a la energía, especificando qué relaciones se manifiestan en el simulador

Se sugiere completar alguna de las filas entre todos, haciendo hincapié en que se describa de manera fenomenológica el comportamiento de los sistemas observados en el simulador respecto la energía y sus diferentes transformaciones.

Este es un ejemplo:

Canilla	Rueda	Lámpara	El agua al caer mueve la rueda y la lamparita se enciende. La energía mecánica se transforma en eléctrica, pero un poco se libera en forma de energía térmica. La energía eléctrica se transforma una parte en luminosa y otra parte sale en forma de calor (energía térmica). En el proceso la energía se va transformando y como consecuencia se enciende la lamparita, pero se pierde energía térmica en el movimiento de la rueda y en la misma lamparita (calienta).

Para lograr que el estudiante interprete esta situación es preciso que, durante la interacción con el simulador, el docente guíe la observación potenciando la relación entre los símbolos del modelo y el fenómeno real. Es importante acompañar a los estudiantes para que puedan ver que en todos los casos, parte de la energía se transforma pero no toda la energía interviene en el funcionamiento del dispositivo, hay otra parte que se libera al ambiente en forma de calor. Esto implica que si bien toda la energía del sistema se transforma y conserva, no toda es aprovechable a través del dispositivo. Si lográramos modificar el dispositivo para intentar utilizar esa energía que se libera el ambiente, dicha modificación de dispositivo liberaría al ambiente a su vez parte de la energía reaprovechada/reutilizada, también en forma de calor. Para todos los dispositivos que permite construir el simulador, parte de la energía va a *escapar* en forma de calor. Dicha reflexión permite acercarse al concepto de degradación de energía o lo que es análogo a decir que no existe un dispositivo *perfecto*, que logre utilizar toda la energía sin que nada de la misma se escape del mismo dispositivo. Mediante el trabajo con el simulador y la tabla, con las intervenciones pertinentes del docente, se espera que los estudiantes puedan arribar a una noción de este concepto.

Seguramente sea enriquecedor resolver también la segunda parte entre todos, y ver qué diferencias hay al armar un sistema con una lámpara de filamento o una de bajo consumo.

Deberían poder observar que para encender la lámpara de bajo consumo se requiere menor energía (pueden contar cuántos "*cuadraditos* de energía" se necesitan para que se encienda) y en cuál de los dos se libera más energía al ambiente en forma de calor (pueden también contar los *cuadraditos*). Este análisis puede ser útil a la hora de reflexionar sobre la crisis energética, y por

qué es que se recomienda utilizar lámparas bajo consumo para "cuidar la energía".

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad tiene como objetivo que los estudiantes trabajen sobre la identificación de los tipos de energía y sus distintas transformaciones.

Desde el punto de vista de la didáctica específica de las Ciencias Naturales, la utilización adecuada de recursos informáticos parece ser potenciadora y enriquecedora de los procesos de aprendizaje.

Los simuladores son herramientas que colaboran en la construcción de modelos explicativos por parte de los estudiantes. Según Vygotsky las herramientas que usamos modelan nuestra experiencia y nuestro pensamiento y recíprocamente, nuestro uso de las herramientas es modelado por nuestro conocimiento cotidiano. Los simuladores permiten revisar los supuestos de las premisas correctas o incorrectas que ponen en juego los estudiantes. Permiten poner en juego gran número de variables.

En esta actividad, el simulador permite representar de manera gráfica diferentes tipos de energía, lo que posibilita trabajar sobre la idea de conservación de energía junto con el concepto de degradación, ya que si ponemos el foco en cada transformación, observaremos que parte de la energía es transformada y parte es liberada al ambiente y no es utilizada o aprovechada por el dispositivo. Luego de la interacción con el simulador se guiará a los estudiantes de modo que arriben a la idea de que no es posible construir un dispositivo perfecto que logre aprovechar toda la energía transformada, sin liberar algo de energía al ambiente. Sobre la base de esta conclusión los estudiantes irán construyendo la idea de degradación de la energía, con la que abordarán la próxima actividad.

Actividad 5: Resolución del problema-Actividad de aplicación

Consigna para los/las estudiantes

¿Podrían ahora responderle a Lautaro?

Utilizando la siguiente página, escriban una nota de diario donde queden resueltas las dudas de Lautaro:
http://www.fodey.com/generators/newspaper/snippet.asp

Recuerden que sus preguntas eran: *"¿Dónde está la famosa energía? Si la energía se conserva… ¿por qué hablan tanto de crisis energética?"*

Descripción de la actividad

Se propone que, utilizando una página web muy sencilla, los estudiantes (en los mismos grupos de trabajo que habían integrado antes) armen una noticia de diario (a modo de diario escolar, o noticia divulgativa) donde le expliquen a Lautaro dónde está la energía y por qué el hecho de que la energía se conserve y que haya crisis energética no representa una contradicción.

Esta actividad busca que los estudiantes apliquen los diferentes conceptos que fueron construyendo a lo largo de la clase, y se refieran a ellos con sus propias palabras. En nuestra experiencia, la primera parte resulta de más fácil resolución que la segunda, en la cual suele ser necesaria la ayuda del docente para redondear los conceptos.

Básicamente, se espera que los estudiantes comprendan que el hecho de que la energía se conserve no implica que la misma sea inagotable, ya que, como pudieron ver con el simulador, no todas las formas de energía se pueden reutilizar. En casi todas las transformaciones que muestra esta aplicación, hay una parte de la energía que se disipa, por ejemplo en forma de calor, y de algún modo, se "pierde", en el sentido de dejar de estar disponible o utilizable. En caso de ser necesario, sugerimos enfatizar que no es que la energía deja de formar parte del sistema, si no que nos referimos al término "perdida" para indicar la imposibilidad de su reutilización.

Una vez que todos completaron la actividad, se propone hacer una puesta en común donde cada grupo lea la noticia que armó, presentando las posibles respuestas a las preguntas de Lautaro.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Al volver sobre las preguntas originales de la actividad 1, se invita a los estudiantes a revisar el concepto de energía y las diferentes representaciones del concepto trabajadas durante la clase, como una actividad integradora donde se espera que los estudiantes resuelvan el conflicto del estudiante ficticio presentado en la actividad 1.

Si bien la evaluación debería llevarse a cabo durante todo el proceso esta actividad puede tomarse como evaluación final de la secuencia. Es importante destacar que la intencionalidad pedagógica de esta actividad es promover instancias de argumentación, ya que ésta obliga al estudiante a repensar sus puntos de vista y colabora en la co-construcción de significados.

De acuerdo con lo que plantean Solbes y Tarin (2008), se espera que los estudiantes se puedan acercar a la idea de energía como una magnitud que se asocia al estado de un sistema, que permite analizar los cambios o transformaciones -no sólo mecánicos- a los que está sometido en la evolución temporal de dicho sistema, en el cual se utiliza parte de la energía transformada mientras que otra parte de la energía es liberada al ambiente.

Estrategias TIC utilizadas

La inclusión de las TIC permite trabajar sobre el concepto de energía utilizando diferentes representaciones que permiten a los estudiantes poner en conflicto sus concepciones alternativas y apropiarse del concepto a través de diferentes contextos. De esta manera, se pone en juego la noción de energía aplicándola a diferentes situaciones que se presentan a los estudiantes a partir de imágenes, videos y simuladores.

En este caso se usan en la primera parte de la secuencia imágenes y videos para intervenir. El rever las producciones hechas anteriormente y modificarlas en caso de ser necesario, es un recurso didáctico que permite potenciar la estrategia pedagógica de explicitar las ideas previas y contrastarlas con ejemplos a partir de la observación de videos de determinados fenómenos. Esto es enormemente facilitado por los recursos tecnológicos.

En la segunda parte de la clase se utiliza un simulador que permite al estudiante modificar variables y parámetros y observar qué efecto produce esto en el funcionamiento del sistema en estudio. El poder hacer visibles los símbolos de energía y tener además un código de color que cataloga los diferentes tipos de energía, permite reflexionar sobre la conservación de la energía y la imposibilidad de existencia de la máquina perfecta. El simulador, como recurso tecnológico, permite llevar a cabo esta estrategia pedagógica de análisis de un proceso de transformación de energía que de otra manera no podría “hacerse visible”.

Marco TPACK

Conocimiento tecnológico disciplinar: En la clase de energía se puede ver diferentes ejemplos de la tecnología necesaria para la obtención de energía eléctrica a partir de diversas fuentes, como el sol o el caudal de un río.

Conocimiento tecnológico pedagógico: En la primera parte de la secuencia didáctica, se observan e intervienen imágenes y videos. El analizar las producciones hechas anteriormente y modificarlas en caso de ser necesario, es un recurso didáctico que permite potenciar la estrategia pedagógica de explicitar las ideas previas y contrastarlas con ejemplos a partir de la observación de videos de determinados fenómenos. Esto es enormemente facilitado por los recursos tecnológicos utilizados.

En la segunda parte de la clase se trabaja con un simulador que permite al estudiante modificar variables y parámetros y observar qué efecto produce esto en el funcionamiento del sistema en estudio. El poder hacer visibles los símbolos de energía y tener además un código de color que cataloga los diferentes tipos de energía, permite reflexionar sobre la conservación de la energía y la imposibilidad de existencia de la máquina perfecta. El simulador, como recurso tecnológico, permite llevar a cabo esta estrategia pedagógica de análisis de un proceso de transformación de energía que de otra manera no podría "hacerse visible".

Conocimiento pedagógico disciplinar (cómo enseñar un contenido concreto): En el caso de la energía, los estudiantes en muchos casos, presentan ideas alternativas en las que asignan un carácter material a la energía y la ubican en un objeto determinado, en lugar de interpretarla como el efecto de una interacción de los elementos de un sistema. La propuesta de esta secuencia busca poner en crisis estas ideas, contrastándolas con ejemplos en los que no sirvan como explicación de los fenómenos observados a fin de forzar a construir una nueva explicación. Otra cuestión disciplinar que marca las decisiones pedagógicas adoptadas en la secuencia es el principio de conservación de la energía. Es contradictorio el carácter dogmático con que se enuncia el principio y cuestiones de la vida cotidiana como la crisis energética mundial. Es por ello que se elige poner el foco en las transformaciones que experimenta la energía cuando se encuentra en un sistema, su carácter irreversible en algunos casos y la degradación energética que siempre acompaña a todo proceso.

Conocimiento tecnológico, pedagógico, disciplinar (TPACK): A medida que se solicita que explicite sus preconcepciones a partir de la observación de videos, la discusión que surja luego cuando se observen otros videos donde se ponen en cuestión estas preconcepciones y la intervención del docente, el estudiante podrá reformular los conceptos con los que llega a la clase, pudiendo visualizar que la cuestión energética no depende de un objeto o de una posición per se, sino de la interacción de los elementos de un sistema. En la segunda parte, A partir del trabajo con el simulador, el análisis de la tabla que se le solicita que construya y nuevamente con la necesaria intervención del docente como guía y mediador, se espera que el estudiante construya el concepto de degradación de la energía y también el de irreversibilidad de los procesos a nivel energético.


CONECTAR IGUALDAD

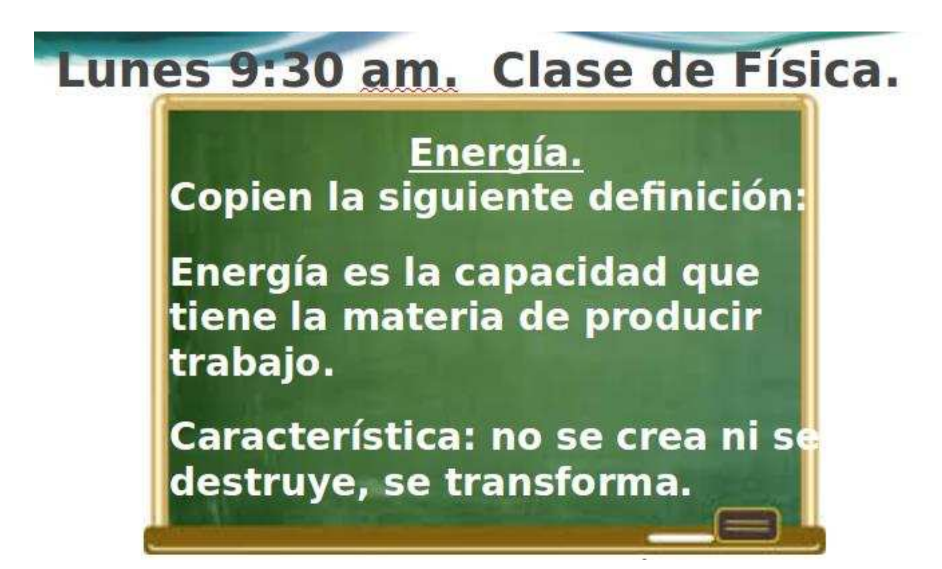
Carpeta de actividades para los estudiantes

Actividad 1: Planteo del problema

Primera parte

1. Observen entre todos la siguiente situación y escuchen los audios de la radio y la noticia del diario.
2. "Lautaro, un chico de *14 años, está desayunando con su familia y escucha ciertas noticias en la radio y en el diario sobre la crisis energética"*
   https://soundcloud.com/einaturales-conectar/energia01
   https://soundcloud.com/einaturales-conectar/energia02

3. *Más tarde, Lautaro se encuentra en su clase de física, donde su profesora le da la siguiente definición y caracterización de la energía.*



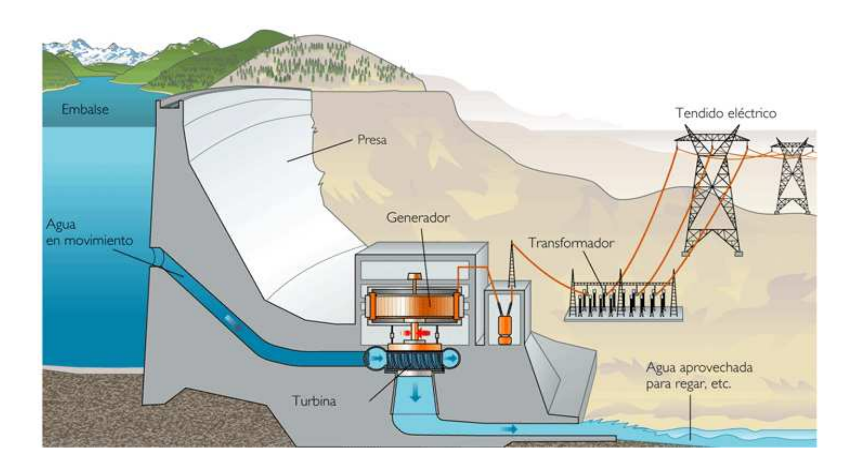
Lautaro se pregunta entonces:
¿Dónde está la famosa energía?
Si la energía se conserva... ¿por qué hablan tanto de crisis energética?

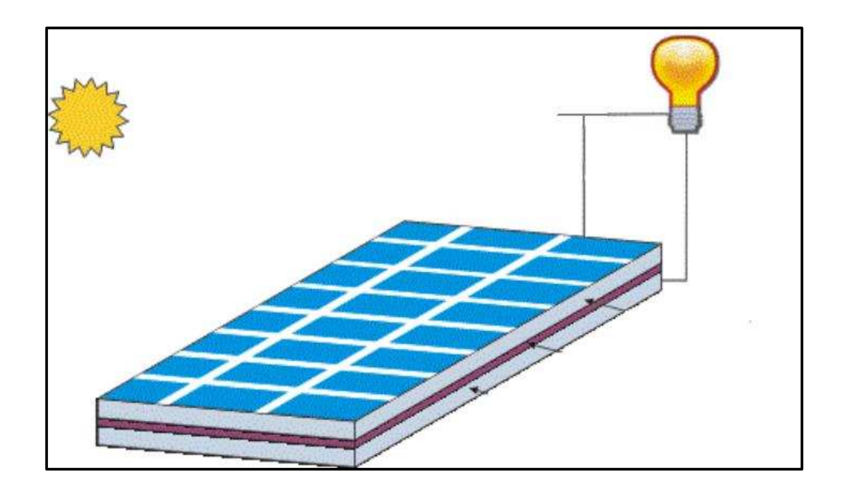
Actividad 2: ¿Dónde está la energía?

1. Reúnanse en grupos de 2 o 3 y describan qué observan en cada una de las siguientes imágenes y videos.
2. En las representaciones que observaron, ¿está presente la energía? ¿Dónde? Señálenlo con una flecha (o las que consideren necesarias) en cada diapositiva.
   En los casos donde hay videos, tomen una captura de pantalla de alguna imagen que les parezca característica de la situación y sobre la misma dibujen la o las flechas.

Imágenes:







Links de los videos:

Cocina solar: https://www.youtube.com/watch?v=-miti6tuXL0

Video Popeye: https://www.youtube.com/watch?v=mB84-TXsZgo

Video pelota: https://www.youtube.com/watch?v=GGyatRnd7cM

Actividad 3

1. Observen entre todos el siguiente video (https://www.youtube.com/watch?v=f05rwIELHPE) y analicen la situación, en base a las siguientes preguntas:

   a. ¿Qué puede observarse en el video?

   b. Si la energía del video anterior (https://www.youtube.com/watch?v=GGyatRnd7cM) estaba en la pelota/mano, ¿por qué es que la situación que se observa es diferente?

   Escriban sus respuestas a continuación.

2. Corregir en caso que sea necesario las respuestas anteriores, de la actividad 2.

Actividad 4: Conservación de la Energía

La frase que escribió en el pizarrón la maestra de de Lautaro, es uno de los principios más conocidos de la física: el de conservación de la energía (*Primer principio de la Termodinámica*). El mismo establece que *la energía presente en un sistema aislado se conserva; no se crea ni se destruye, se transforma.* Vamos a ver ahora cómo es que se transforma esta energía.

a. Descarguen en sus computadoras el simulador "Cambios y formas de energía", disponible en: https://phet.colorado.edu/es/simulation/energy-forms-and-changes.

b. Abran la segunda pestaña ("Sistemas de energía").

c. Organizados en los mismos equipos que antes, armen los diferentes sistemas que se describen a continuación y activen los símbolos de energía.
   Completen el siguiente cuadro, poniendo especial énfasis en lo que ocurre a nivel energético (es decir, mirando especialmente las

).

Pueden armar sus propias configuraciones y agregarlas a la tabla.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Observaciones
Canilla	Rueda	Lámpara	
Canilla	Rueda	Agua	
Bicicleta	Rueda	Agua	
Sol	Panel	Agua	
Bicicleta	Panel	Lámpara	

d. Observando los diferentes tipos de energía que intervienen en el simulador
¿Todos los *cuadraditos* de energía se están utilizando en el funcionamiento del dispositivo? En caso de que no sea así, indicar a qué tipo de energía corresponden.

e. Hilando fino.
Investiguen con el simulador qué sucede si comparan la lámpara de filamento con la de bajo consumo.
Pueden armar el dispositivo como quieran.
Escriban una conclusión.

Actividad 5: Resolución del problema-Actividad de aplicación

¿Podrían ahora responderle a Lautaro?

Utilizando la siguiente página, escriban una nota de diario donde queden resueltas las dudas de Lautaro:
http://www.fodey.com/generators/newspaper/snippet.asp

Recuerden que sus preguntas eran: *"¿Dónde está la famosa energía? Si la energía se conserva…¿por qué hablan tanto de crisis energética?"*

Bibliografía

ARONS, A. B. Teaching introductory physics. New York: Wiley, 1997

BORJA, Mónica (2003). "La pedagogía crítica y la contextualización de la enseñanza". Eureka Nº 3. Universidad del Norte, Colombia.

DOMÉNECH, J. L.; GIL-PÉREZ, D.; GRAS, A.; GUISASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; SALINAS, J. La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico. Revista de Enseñanza de la Física, v. 14, n. 1, p. 45-60, 2001.

DRIVER, R.; WARRINGTON, L. Students use of the principle ofin problem situation. Physics Education, v. 20, p. 171-176, 1985. energy conservation

DUIT, R. In search of an energy concept. In: ENERGY MATTERS, 1986. Leeds: University of Leeds, 1986.

DUIT, R. (1987). Should energy be illustrated as something quasi-material? European Journal of Science Education, 9(2), pp. 139-145.

GOLDRING, H.; OSBORNE, J. Students difficulties with energy and related concepts. Physics Education, v. 29, p. 26-31, 1994.

MOREIRA, M.A. (1994) La teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel. En Apuntes para Curso Internacional de Postgrado La enseñanza de la Matemática y de las Ciencias - Algunos Temas de Reflexión. Stgo. Chile

RIOSECO, M., ROMERO, R. (1997). La contextualización de la enseñanza de la Física y el uso de los programas de TV. Revista Enseñanza de las Ciencias 1997. Número Extra. V Congreso, pp. 271-272

SOLBES, J. y TARÍN, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. 22, 155-180.

SOLBES, J.; TARÍN, F. (1998) Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. Enseñanza de las Ciencias, v. 16, n. 3, p. 387-397.

SOLOMON, J. (1983). Learning about energy: how pupils think in two domains. European Journal of Science Education, 5(1), pp. 49-59.

SOLOMON, J. (1985). Teaching the conservation of energy. Physics Education, 20, pp. 165-176.

VON ROON, P.H., et al. (1994). Work and Heat: on a Road Towards Thermodynamics
International Journal of Science Education.

Secuencia didáctica N° 3. Ratones en el desierto

Sinopsis

La selección natural es uno de los conceptos centrales de la biología evolutiva, campo de vital importancia para la comprensión de la biología como ciencia.

La enseñanza de este tema presenta obstáculos didácticos que han sido investigados en profundidad. Generalmente los alumnos poseen concepciones de sentido común acerca de los procesos evolutivos. Muchos explican la evolución a partir de una hipotética capacidad de transformación individual de los organismos impulsada a partir de los cambios del ambiente. Asimismo, suelen tener una concepción de la evolución biológica de tipo finalista y lineal, lo cual no se corresponde con las evidencias encontradas en los diversos campos que componen la teoría evolutiva actual. Teniendo esto en cuenta se proponen actividades que permitan superar estos obstáculos.

Se propone trabajar estos temas aprovechando las posibilidades de las nuevas tecnologías: se combina el uso de imágenes, videos, presentaciones de diapositivas y planillas de cálculo. A partir de un caso real de melanismo adaptativo estudiado exhaustivamente en la especie de ratón *Chaetodipus intermedius* se propone la resolución de problemas que permiten indagar en qué consiste la selección natural.

Duración estimada de la secuencia: 120 minutos.

Objetivos

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- -Indagar acerca de un fenómeno de adaptación biológica bien documentado por investigaciones actuales mediante el juego y la experimentación.
- -Aproximarse a la comprensión de un fenómeno de evolución por selección natural contextualizando los modelos e hipótesis explicativas.
- -Extraer información cuantitativa a partir de soportes audiovisuales tales como fotografías, videos y presentaciones de diapositivas, ejercitando diversos mecanismos y procedimientos necesarios para la sistematización, jerarquización e interpretación de información.
- -Elaborar e interpretar tablas y gráficos con un programa de planilla de cálculo, estableciendo relaciones de sentido con los análisis realizados.
- -Reflexionar acerca de las implicancias naturales, culturales y filosóficas de la biología evolutiva, reconociendo su aporte a las ideas del mundo en constante cambio y a la relatividad de la idea de progreso.

Contenidos en relación con los NAP.

El documento de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios definidos por el Consejo Federal de Educación de la República Argentina (año 2011), menciona que la escuela debe promover en los estudiantes de 1ero/2do año de secundaria: “La aproximación a la explicación de la diversidad de los seres vivos a través del mecanismo de selección natural en el marco del proceso de evolución”.

Por otra parte, dentro del ciclo Orientado en Ciencias Naturales, se menciona también la importancia de garantizar: “La profundización y la comprensión de los modelos que explican los procesos evolutivos de los seres vivos desde una perspectiva histórica, poniendo énfasis en la identificación de las fuentes de variabilidad genética en las poblaciones naturales, en el marco de la Teoría Sintética de la Evolución”.

Contenidos previos

Para poder llevar a cabo esta secuencia didáctica, los estudiantes deberán tener algunas nociones básicas acerca de reproducción de organismos y herencia. No es necesario que conozcan las leyes de la herencia sino sólo que sepan que en las poblaciones existe variabilidad en los caracteres y que una característica puede ser heredable.

Aspectos a considerar en la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos que aborda la clase.

Diversos autores han encontrado que los estudiantes poseen una concepción lamarckiana del proceso evolutivo, y extrapolan los cambios que se dan en el periodo de vida de un individuo a cambios en poblaciones a través del tiempo. Asimismo, tienen una concepción de la evolución biológica de tipo finalista, cuyos cambios solo se observan en función de mejorar algún carácter (Jungwirth, 1975; Bishop y Anderson, 1990; Jiménez Aleixandre, 1991; Settlage, 1994, González Galli, 2011).

Actividad 1: Ratones en la pantalla
Consigna para los/las estudiantes

Primera parte

1. Armen grupos de 2-3 integrantes y abran en sus netbooks la presentación "Juego.odp", pónganla en modo *pantalla completa* (pulsar la tecla "F5").

2. Avancen a la diapositiva número 2 y coloquen sobre la pantalla de la netbook[14] una hoja de papel tamaño A4 o similar, doblada a la mitad de manera que la tape completamente. Marquen con una fibra la cruz que se trasluce a través del papel.

3. A partir de ahora imaginen son lechuzas que están sobrevolando una zona silvestre, buscando presas, preferentemente ratones. Al pasar a la diapositiva 3, podrán observar un escenario lleno de ratones. Cuentan con 15 segundos para cazar la mayor cantidad de ratones posible. "Cazar" es marcar en el papel con una fibra de punta suave.

4. Preparados, listos...¡ya!

Segunda parte

Respondan en sus cuadernos las siguientes preguntas:

1. ¿Cuántos ratones cazaron?
2. Destapen la pantalla y respondan: ¿Cuántos ratones claros hay en la imagen? ¿cuántos oscuros? ¿cómo es el color del suelo?
3. Teniendo en cuenta los resultados de sus compañeros, ¿cuántos ratones claros "comieron" en cada escenario? ¿y cuántos ratones oscuros?
4. ¿A qué atribuyen las diferencias encontradas en la cantidad de ratones que "cazó" cada uno?

---

14 si el brillo de la pantalla es demasiado tenue, quizás no se logre observar la presentación debajo de la hoja. En ese caso, se recomienda usar una hoja simple o aumentar el contraste de la pantalla.

5. Imaginen que las condiciones de cada escenario se mantuvieran sin cambios a lo largo del tiempo, ¿qué creen que pasaría con las subpoblaciones[15] de ratones claros y oscuros en cada una?

Descripción de la actividad y su finalidad

Se distribuyen los documentos de trabajo a los estudiantes, Se reparten al azar dos versiones diferentes del archivo “Juego.odp[16]”, de manera que queden conformados dos grupos (sin que los estudiantes lo sepan).

Se les pide que abran el archivo “Juego.odp” y lo pongan en modo *pantalla completa*. La primera diapositiva es igual para todos: se observa una cruz negra de gran tamaño, sobre fondo blanco.

Antes de continuar, se pide a los estudiantes que coloquen sobre las pantallas de las netbooks un papel, doblada a la mitad como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. La netbook lista para empezar a jugar.

Al presionar la tecla “enter” en la presentación, cada estudiante verá un escenario particular con ratones a los que debe “cazar”, marcándolos con una

15 Una sub población se puede definir como el conjunto de individuos de la población que comparten una determinada característica.

16 los archivos se llaman juego.odt y juegoo.odt de manera que al expresarlo oralmente los estudiantes no noten que existen dos versiones diferentes del juego.

fibra suavemente sobre el papel. Tienen 15 segundos para realizarlo, luego la diapositiva se pondrá en blanco, indicando el final del juego. Las dos versiones del juego son iguales en cuanto a la cantidad de ratones de cada color, y a la posición de los mismos en la imagen. Pero difieren en el color del suelo (hay un escenario claro y otro oscuro). Esto permite interpretar los resultados a la luz de una sola variable: el color del suelo.

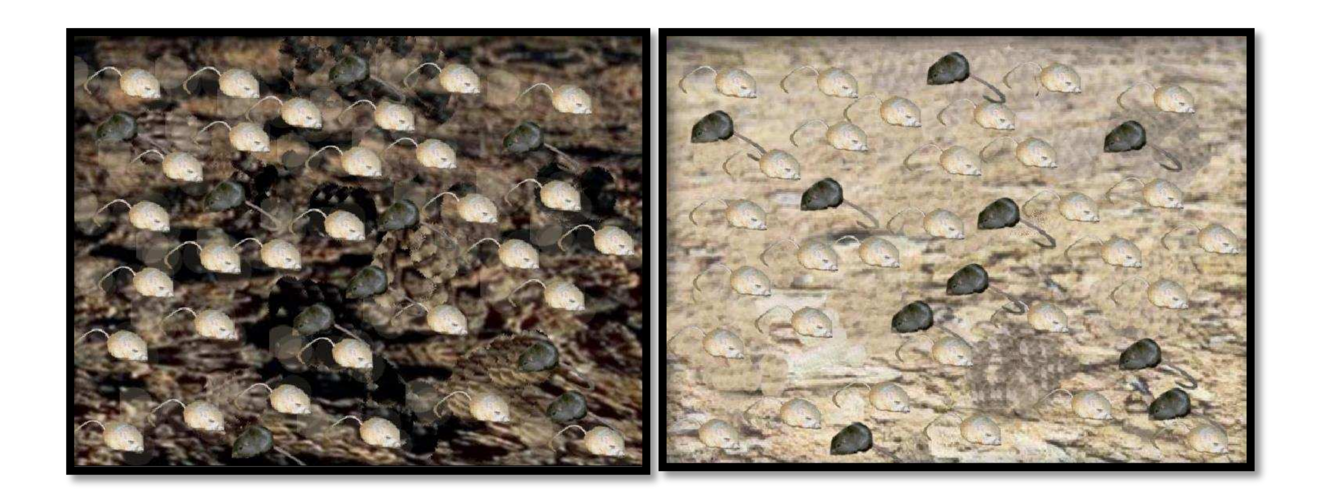


Figura 2. Cada estudiante recibe uno de estos dos escenarios, que difieren únicamente en el color del suelo.

En ambos escenarios se trabaja sobre una población de cuarenta (40) ratones, diez (10) son negros y treinta (30) son blancos. Esto se debe a que en la región estudiada en el caso en el que se basa esta secuencia didáctica, se registran en promedio más ratones claros que oscuros. Además permite observar una diferencia apreciable en los resultados del juego en el escenario de fondo oscuro respecto del de fondo claro. Posiblemente los estudiantes que trabajen con el escenario oscuro, puedan identificar muchos más ratones que los que trabajen en el claro.

Pasados los 15 segundos que dura el juego, se realiza una puesta en común de los resultados analizando las respuestas que dieron los estudiantes a las preguntas planteadas.

Se espera que haya bastantes diferencias respecto al número de ratones cazados, que en principio no los estudiantes no podrán explicar. Puede surgir la idea que algunos de ellos son más rápidos que los demás, más hábiles, ven mejor, etc.

Recién aquí, los estudiantes se darán cuenta de que trabajaron en dos escenarios diferentes. Se espera que haya sorpresa cuando vean que una parte de los compañeros marcó muchos más ratones que la otra, y que esos grupos se diferencian porque sus escenarios tenía un color de suelo distinto.

El resultado que se espera cotejar es que el grupo con el fondo claro haya cazado pocos ratones (como máximo 10) y el grupo con fondo oscuro una cantidad significativamente mayor (entre 20 y 40).

Se espera que en la discusión se reflexione acerca de las diversas influencias del ambiente sobre la supervivencia de una población, y de cómo la acción de los predadores en combinación con cambios ambientales -un cambio del color de suelo por ejemplo- puede cambiar el aspecto de esta población de ratones a lo largo del tiempo. Es esperable que postulen que en el suelo claro predominarán los ratones claros y en el suelo oscuro los ratones oscuros.

La última pregunta es muy importante, invita a pensar en escalas de tiempos evolutivos y es el nexo a la siguiente actividad, en la que se analizará el comportamiento de esta especie biológica a lo largo de largos períodos. Las imágenes se fundamentan en el caso real estudiado por investigadores de la Universidad de Utah (Carroll, 2006)[17].

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

La observación de fenómenos evolutivos en general es compleja debido a que ocurren en escalas de tiempo inmensamente mayores a los tiempos de vida de un ser humano. Esto constituye un obstáculo epistemológico temporal. En esta actividad, se puede observar el efecto poblacional que tiene en una generación concreta, la acción de un predador sobre la supervivencia de ciertos individuos.

Por otro lado, esta actividad permite involucrar al estudiante como agente activo dentro del fenómeno estudiado a través de lo lúdico. Muchas veces la complejidad de la terminología y la diversidad de conceptos involucrados en los fenómenos biológicos, resulta contraproducente si se procede a través de una enseñanza expositiva. En este caso se evitan el uso de terminología específica y las explicaciones por parte del docente para dar protagonismo a la actividad constructiva de cada estudiante en su interacción con los fenómenos modelizados.

Estrategias TIC utilizadas

El uso de la función de avance automático de diapositivas es un recurso sencillo que permite realizar una actividad que lúdica similar a los videojuegos de tipo “role-play”. Este anclaje en el extendido uso que le dan los adolescentes a las TIC, permite apoyarse en zonas conocidas por ellos en el uso de la tecnología y contar con buena motivación.

17 http://www.hhmi.org/biointeractive/making-fittest-natural-selection-and-adaptation

Actividad 2

Consigna para los/las estudiantes

En grupos de 3-4 abran el archivo “Ratones en el desierto.odp” y sigan la consigna descrita en la diapositiva 2:

Primera parte:

1. Observen que las próximas cuatro (4) diapositivas, contienen una secuencia de imágenes (desordenada) que representa distintos momentos para las localidades de fondo claro y oscuro (A y B respectivamente) que se observan en el mapa de la diapositiva 1.

2. Acomoden la secuencia de imágenes según un posible orden cronológico.

3. Escriban en una de las diapositivas el criterio que utilizaron para ordenarlas.

Segunda parte:

1. Cuenten la cantidad de ratones claros y oscuros que ven en cada una de las imágenes que ordenaron y analicen cada situación tratando de interpretar cómo se llegó a ella.

2. Completen la siguiente tabla con los datos obtenidos.

Localidad A		Localidad B	
pelo claro	pelo oscuro	pelo claro	pelo oscuro

Tercera parte:

1. Realicen un gráfico de barras con los datos de la tabla.

2. Para cada localidad, analicen ¿qué ocurrió a lo largo del tiempo con la subpoblación de ratones oscuros? ¿Y con la subpoblación de ratones claros?

3. ¿Cómo podríamos interpretar estos resultados?

Cuarta parte:

1. Reproduzcan el video “video_ratones_1.m4v”.

2. Con la nueva información que les proporcionó el fragmento de video, amplíen lo que habían redactado en el punto 3 de la primera parte.

3. Lean los párrafos elaborados por cada uno y discutan si observan discrepancias entre los grupos y cómo creen que se vería la población de ratones dentro de 100 años en cada localidad.



- En la actividad se utiliza como fenómeno de referencia un caso real, adaptado con ilustraciones y datos cuantitativos distintos a los que obtuvieron los investigadores del caso. Sin embargo, los resultados están inspirados en el caso real y permiten analizar un fenómeno evolutivo sin detenerse en cuestiones metodológicas -como técnicas de muestreo, pruebas estadísticas, etc.- que podrían distraer de los objetivos de enseñanza propuestos.

- Se trabaja con una especie de roedores, *Chaetodipus intermedius*, ratones de 12 mm de largo (desde el hocico hasta el final del tronco), que pesan alrededor de 15 g. Estos ratones se distribuyen en el Desierto de Sonora, en México y Estados Unidos. Pueden encontrarse dos variantes: ratones claros y ratones oscuros. También el suelo de esta región presenta dos tonalidades bien diferenciadas; la mayoría de los suelos son rocosos de color claro (arena) y en determinadas zonas se observan parches oscuros de roca volcánica de color negro.

Descripción de la actividad y su finalidad

Al inicio se utilizan imágenes satelitales de la región[18] para situar a los estudiantes y durante las actividades se ilustran, mediante imágenes, distintos momentos de las poblaciones de ratones en dos localidades diferentes a lo largo del tiempo:

18 Si cuentan con conexión a internet se puede pedir a los estudiantes que ubiquen el área en maps.google.com o con alguna otra aplicación.

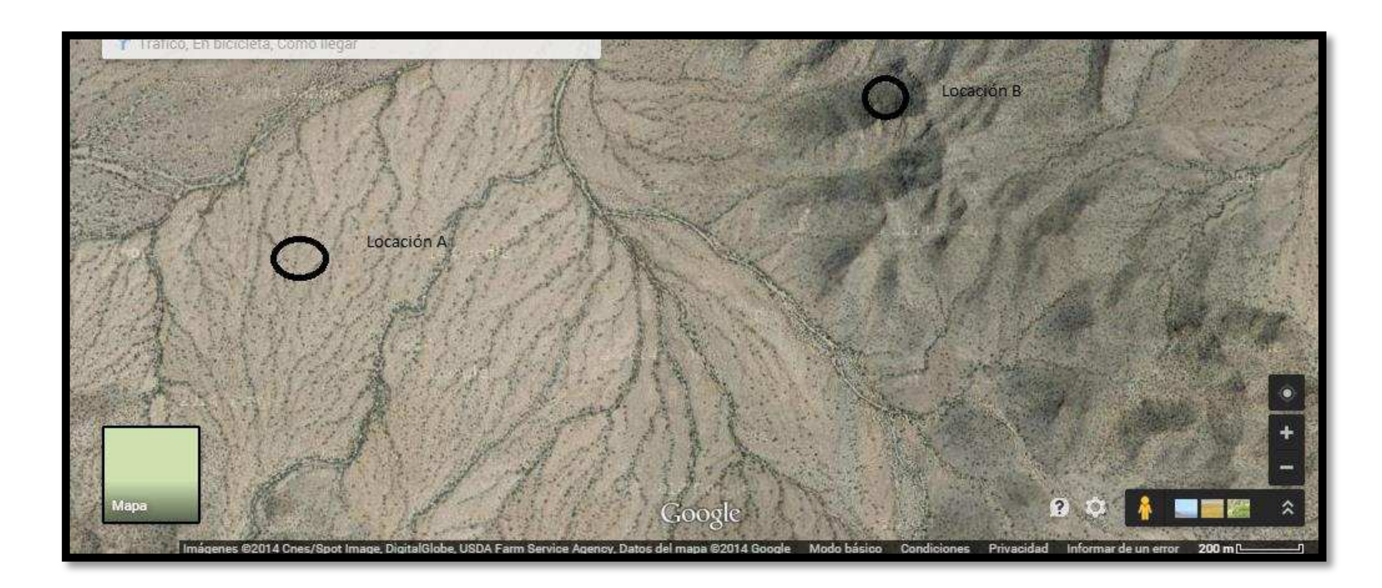


Figura 3. Imagen satelital de la región estudiada (desierto de Sonora), ver detalle de los sitios A y B.

Mientras los estudiantes observan la imagen satelital, sugerimos comentar que, según los datos geológicos disponibles, hace aproximadamente 1000 años se produjeron una serie de erupciones volcánicas que llevaron a cambios en el suelo de algunas zonas. Se explicita que el suelo es volcánico y se les pide que intenten identificarlo en la imagen.

Se pueden utilizar preguntas guías como las siguientes: *¿cómo será el aspecto de las dos localidades que se están estudiando? ¿Qué relación pueden tener con la actividad de la primera parte? ¿Qué creen que habrá pasado con la población de ratones en cuanto a la presencia de individuos claros y oscuros en cada localidad a lo largo del tiempo?* Luego de un breve intercambio se pasan a realizar las cuatro partes de la actividad.

Primera parte: La secuencia que esperamos que armen es la siguiente:





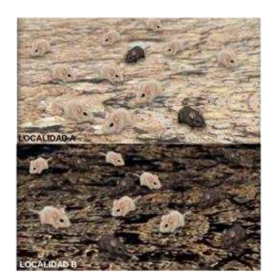




Figura 4. Secuencia temporal esperada en el ítem A) de la Actividad 2.

Se espera que surjan otras secuencias alternativas, por ejemplo un grupo puede proponer la secuencia "verde, celeste, amarillo, rojo" en la cual de pronto cambia el color del suelo y eso beneficia a los ratones oscuros, pero luego vuelven a ganar terreno los ratones de coloración clara "porque migran desde otras zonas". Esta, al igual que alguna otra secuencia bien fundamentada por los estudiantes, si bien no se corresponde con el fenómeno real observado (cuya secuencia mostramos arriba), es importante tenerla en cuenta, ya que involucra un trabajo cognitivo valioso que esperamos que realicen a lo largo de toda la secuencia de actividades.

El criterio que proponemos para fundamentar la secuencia indicada en la Figura 4 es el siguiente:

- En primer lugar se interpreta el cambio de color observado en el suelo de la localidad B, como producto de una erupción volcánica que vuelve el suelo oscuro a partir de la segunda imagen.

- En segundo lugar, este ordenamiento temporal muestra una progresiva disminución de los ratones claros y el aumento de los ratones oscuros. Se espera que los estudiantes relacionen la situación con la actividad anterior y por ende propongan que el cambio en el color del suelo habría influido negativamente en la supervivencia de los ratones claros frente a la acción de predadores, como por ejemplo las lechuzas.



- Si surgen otros ordenamientos se debe dar lugar a la discusión acerca de los criterios usados.

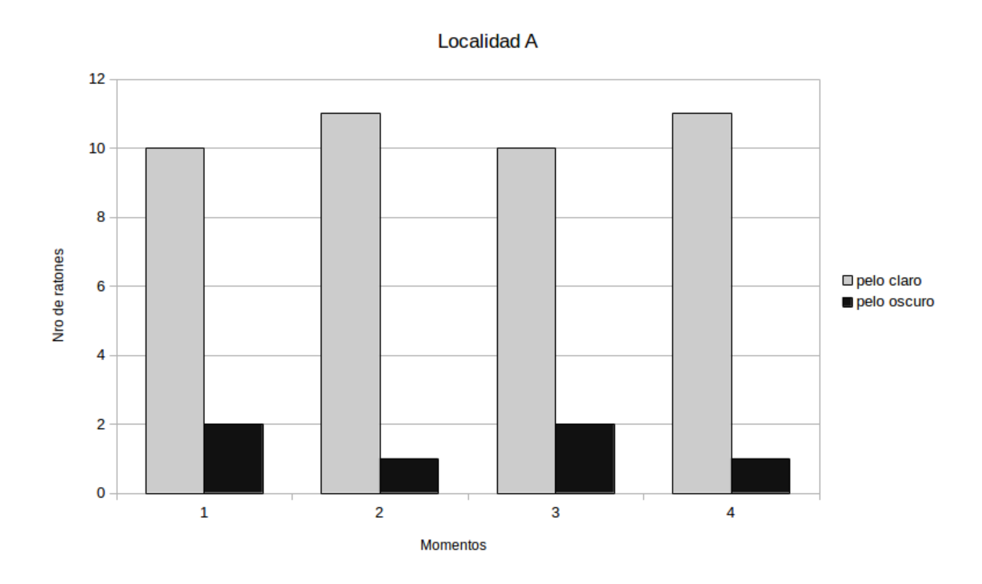
- En algunos casos los estudiantes pueden interpretar la consigna de manera distinta a lo esperado e intentar ordenar la secuencia de otra forma proponiendo hipótesis originales. Por ejemplo pueden plantear "celeste, amarillo, rojo, verde" y suponer que se produce un aumento de los ratones blancos a lo largo del tiempo porque poseen mayor capacidad de reproducción, y que finalmente el último momento indica que el suelo se cubrió de un sedimento de color claro. Si bien esta hipótesis es muy creativa, tiene poca relación con los datos que tenían acerca de las erupciones volcánicas y la acción de predadores.

- El docente tiene aquí una oportunidad para valorar las hipótesis alternativas y generar situaciones de análisis colectivo sobre las evidencias disponibles y la posibilidad de verosimilitud de los diversos escenarios propuestos.

Una vez que se haya realizado un trabajo de indagación, se realiza una puesta en común de estas ideas para luego continuar con la segunda la tercera parte de esta actividad.

Se espera que los gráficos[19] queden de la siguiente manera

19 Pueden consultar el siguiente video tutorial para ayudarse a construir un gráfico de barras con Libreoffice Calc https://www.youtube.com/watch?v=nTrvohYt82Q



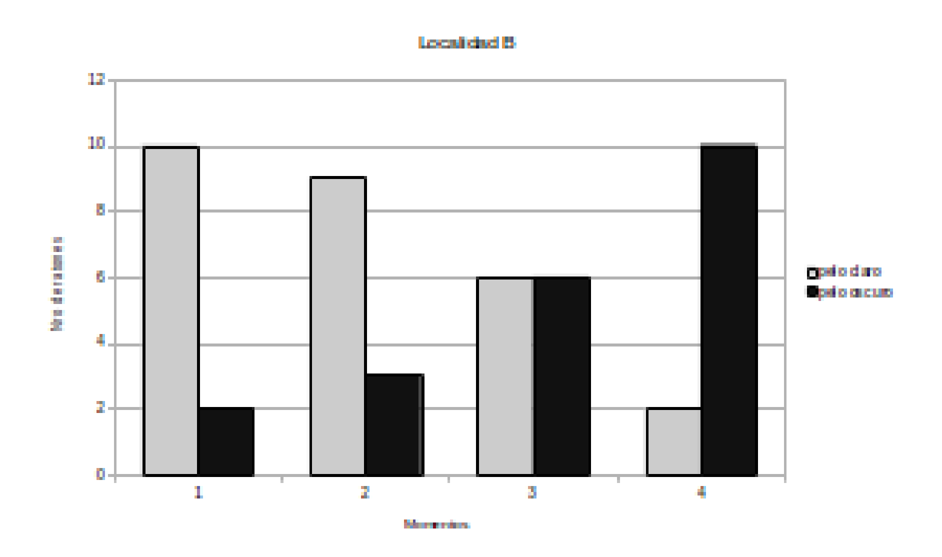


Figura 5. Gráficos esperados para la tercera parte de la Actividad 2.

Se puede observar mediante estas distintas representaciones una leve variación en la población de la localidad A y la fuerte disminución de ratones claros y aumento de los ratones oscuros ocurridos en la localidad B. Es conveniente dedicar tiempo para leer en voz alta tabla y gráficos en conjunto con los estudiantes. El docente puede mostrar cómo leer el gráfico en voz alta y luego dar lugar a que los estudiantes hagan lo mismo. Es probable que surjan dudas y dificultades a la hora de desempeñar estas tareas y por ello es deseable detenerse todo lo que sea necesario en esta actividad.

Con respecto a la interpretación, se espera que se realice un ida y vuelta desde la tabla y los gráficos hacia la secuencia cronológica de la primera parte. El disponer de la información de manera gráfica, permite realizar un análisis diferente, tal vez más detallado que el que se hizo antes.

De acuerdo a las hipótesis planteadas, en el primer momento (verde en nuestro esquema), la mayoría de los ratones que nacen oscuros en este escenario son comidos por las lechuzas. Esa ventaja de los ratones claros explicaría que hubiera sólo un ratón oscuro en la escena.

Ya en el segundo momento (rojo), el paisaje se ha vuelto oscuro, y ahora contrastan mucho los ratones claros. Se observa una leve disminución de los mismos y aumento de los oscuros, aunque aún hay mayoría de ratones claros en la imagen.

En el tercer momento (amarillo), la cantidad de ratones claros ha disminuido nuevamente, y han aumentado los ratones oscuros, ambas coloraciones se encuentran en igual cantidad.

En el cuarto momento (celeste), ha continuado la disminución de ratones claros y el aumento de los oscuros, la mayor parte de la población de ratones en esta localidad es de coloración oscura.

Es probable que respecto a la localidad A, el orden quede determinado por el criterio usado para ordenar a la localidad B, pero más allá de esto, también hay que interpretar qué ocurrió a lo largo del tiempo en la localidad A. Se debe revisar que sea coherente lo que ocurre en ambas regiones:

- En la localidad A se observan variaciones muy leves, en el primer momento (verde), la ventaja la tienen los ratones claros, por ello se observan en mucha mayor cantidad que los oscuros.

- Luego en el segundo momento (rojo) la cantidad de ratones oscuros disminuye levemente, es posible pensar que las lechuzas terminarán por hacerlos desaparecer.

- Pero en el siguiente momento (amarillo), se produce un pequeño aumento de los ratones oscuros y disminución de los claros. Esto es contradictorio con el efecto de disminución diferencial que producen los predadores, por lo cual es importante abrir el juego a hipótesis de los estudiantes que puedan dar cuenta de esto. Esta parte del fenómeno es importante porque en todo proceso de selección natural, el azar juega un papel fundamental. La variación que se registra es muy leve, y bien podría deberse a cuestiones de azar.

- En el cuarto momento (celeste) vuelve a disminuir la cantidad de ratones oscuros y a aumentar la de los claros. Esto es nuevamente consistente con el efecto predador de las lechuzas, y permite interpretar el momento anterior como un evento azaroso y recuperar la coherencia con el fenómeno de selección natural que se viene observando.



- Con respecto a la variación observada en el tercer momento (amarillo), caben varias interpretaciones. Una posibilidad, es que se trate de un efecto de los movimientos que realizan los ratones por este paisaje, que la leve variación observada tenga que ver con pequeñas migraciones. Pudieron haber llegado ratones oscuros desde otras zonas y se pudieron haber ido ratones claros hacia otras zonas también. Es importante pensar nuevamente en que se están estudiando seres vivos, que se mueven, se alimentan, reproducen, pueden enfermarse, entre otras miles de posibilidades que los afectan.

- También se podría plantear que algunos ratones de coloración clara, por alguna razón, producen descendientes oscuros. Ahondar en estas cuestiones requiere conocimientos de genética por parte de los estudiantes. Pensar que el fenómeno observado es efecto de mutaciones evidenciaría un criterio demasiado audaz. Los eventos de mutación que confieren una ventaja adaptativa son extremadamente raros, la mayor parte de las mutaciones no tienen gran efecto o son desfavorables[20]. Además está el problema de caer en interpretaciones lamarckianas[21], donde se piensa que la mutación fue fruto de una fuerza o intencionalidad del ser viviente que mutó "a propósito" para salvar algún tipo de obstáculo a su supervivencia. Gran cantidad de evidencias han establecido que las mutaciones no son intencionales, ocurren por azar. En el largo plazo, la suma de estos pequeños eventos azarosos ejerce un gran efecto sobre las poblaciones. Los avances en genética y biología molecular han ido eliminando la idea de recurrir a algún tipo de fuerza o intencionalidad que guíe los procesos evolutivos a la manera en que pensaba Lamarck.

20 Para ampliar algunos conceptos puede consultarse http://www.curtisbiologia.com/node/259 http://bioinformatica.uab.es/divulgacio/lasn/#neutralismo

21 En referencia al pensamiento de Jean Baptiste Lamarck (1744-1829), quien postuló la teoría de la herencia de los caracteres adquiridos. Este autor -cuyas ideas a pesar de haber sido refutadas con el tiempo, posibilitaron grandes avances- explicaba el cambio a lo largo de las generaciones por la transmisión de una característica adquirida durante la vida del individuo (por ejemplo el uso o desuso de un órgano puede desarrollarlo o atrofiarlo) hacia sus descendientes. Hoy los cambios entre generaciones se explican por mecanismos genéticos que involucran mutaciones al azar y no por algún tipo de direccionalidad impuesta por los individuos como pensaba Lamarck.

Qué representan las imágenes

En los cuatro pares de imágenes, la suma de ratones claros y oscuros totaliza doce individuos. Esta coincidencia se debe a que las imágenes no son fotografías de un muestreo real sino que son representaciones con fines didácticos y fueron construidas para simbolizar la cantidad estimada de ratones de cada color que se observaría a través de un muestreo sistemático en el que se capturan doce ratones al azar de la población. Al observar la composición de colores de estos doce ratones se pueden inferir cambios a nivel poblacional. A los fines didácticos de la secuencia, consideramos contraproducente ahondar en cuestiones metodológicas acerca de cómo se realiza un muestreo poblacional, ya que introduce demasiada complejidad en la situación, por ello se realizó este recorte.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje y la enseñanza del tema

Como se mencionó en la actividad anterior, los fenómenos evolutivos son difíciles de comprender debido a su escala temporal. Analizar un caso ocurrido en la historia reciente (dentro de los últimos 1000 años) y representarlo en una secuencia temporal de sólo cuatro imágenes, permite aproximarse mejor a escalas de tiempos evolutivos. El uso de imágenes satelitales, fotos y videos proporciona contexto para generar mayor significatividad en los estudiantes e involucrarlos en la resolución de un problema que necesita diversas fuentes de datos y registra múltiples variables en juego de manera simultánea.

Estrategias TIC utilizadas

Esta actividad utiliza programas de planillas de cálculo, lo cual contribuye a la visualización concreta del problema desde un punto de vista cuantitativo. El trabajo con gráficos es uno de los objetivos fundamentales para la alfabetización científica de los estudiantes[22]. La enseñanza de la biología en la escuela media generalmente deja de lado el trabajo con gráficos y la matemática en general. Esto provoca un alejamiento de la *educación en biología* de la *biología* como disciplina científica, ya que la misma integra campos de estudio fuertemente matematizados. Generalmente se proporciona a los estudiantes una biología narrada, mayormente cualitativa, aprendida fundamentalmente a través de la lectura de textos y despojada de su componente cuantitativo. Esta propuesta didáctica intenta superar estas

22 Para mayor información acerca de este tema descargar nuestro ebook disponible en http://escuelasdeinnovacion.conectarigualdad.gob.ar/mod/page/view.php?id=762

distorsiones y proporcionar una educación en biología más ajustada a la biología como ciencia. En particular la teoría evolutiva actual y el análisis de poblaciones dependen fuertemente de modelos matemáticos, por lo que esta actividad acerca el trabajo real que realizan los investigadores al aula.

Actividad 3: Ratones en los gráficos

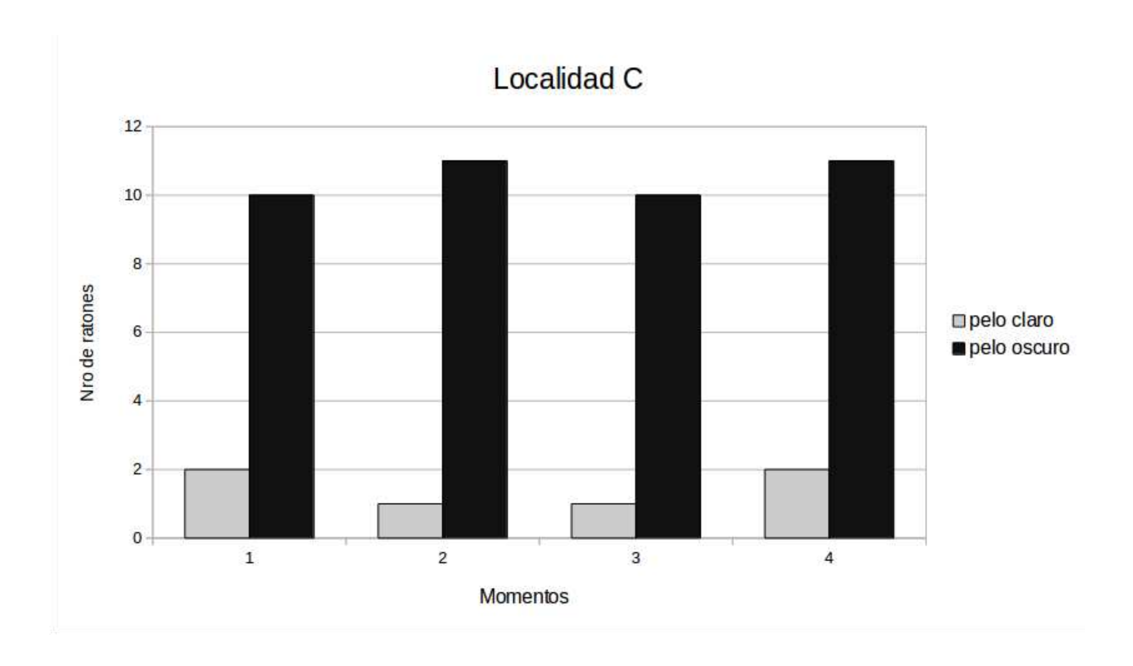
Consigna para los/las estudiantes

Parte 1. Resuelvan el siguiente problema:

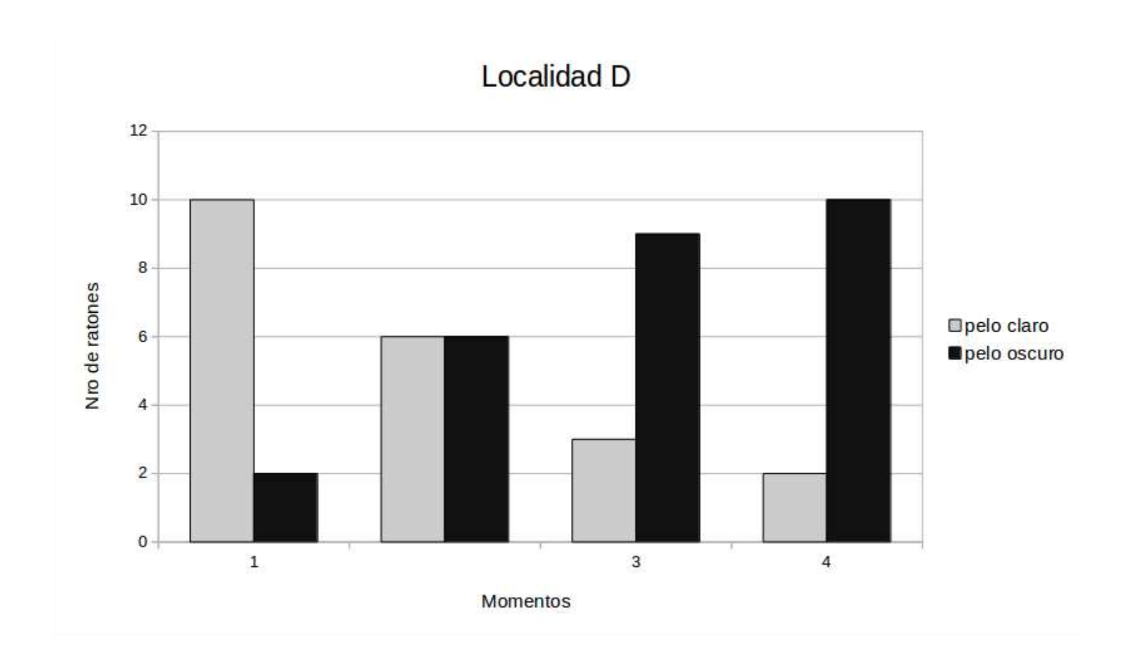
Un grupo de científicos estudió la población de ratones en tres localidades del desierto de Sonora distintas a las que se estudiaron antes (C, D y E), pero lamentablemente perdieron las secuencias de imágenes asociadas a estas localidades. Por esto no pueden saber de qué color era el suelo en estas regiones. Lo único que encontraron entre sus carpetas, son los gráficos que habían construido a partir de las imágenes pérdidas (como los que hicieron ustedes en la actividad anterior).

1. En la presentación de diapositivas “Ratones en el desierto.odp”, vayan a la diapositiva 12. Luego del título "Actividad 3 – Ratones en los gráficos"

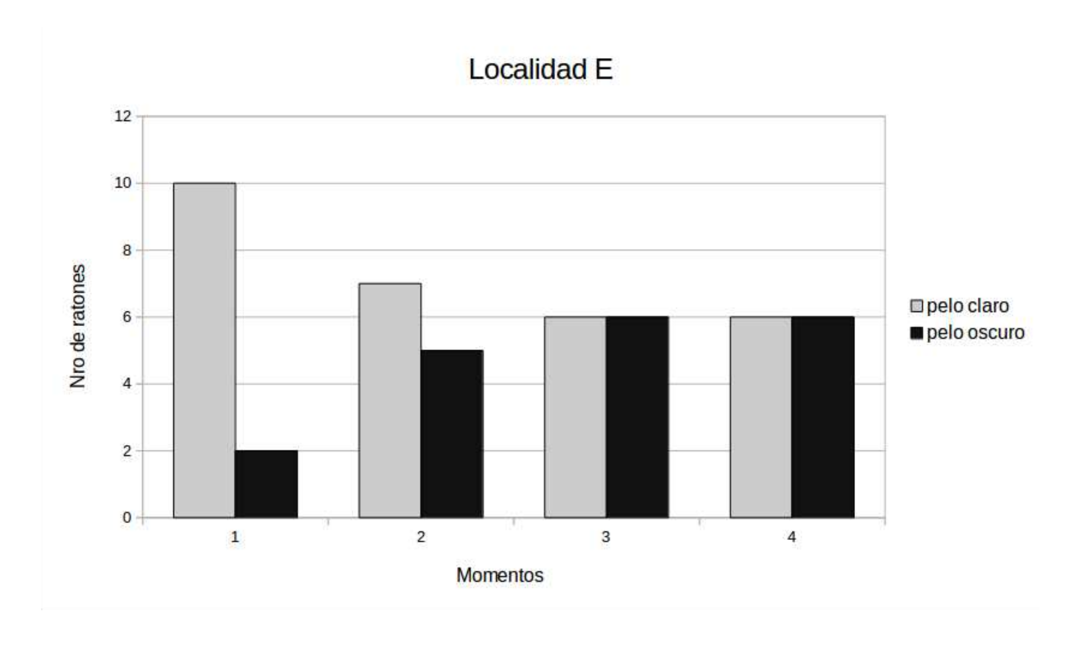
2. Van a encontrar los gráficos que corresponden a las localidades C, D y E. Interpreten qué sucedió en cada localidad con la población de ratones a lo largo de tiempo.



¿Qué ocurrió en la localidad C?



¿Qué ocurrió en la localidad D?



¿Qué ocurrió en la localidad E?

Figura 6. Gráficos de nuevas localidades para interpretar en la Actividad 3.

3. Contesten las siguientes preguntas en la diapositiva ¿por qué les parece que las cantidades de ratones oscuros y claros van variando a lo largo del tiempo? ¿Qué coloración les parece que podría tener el suelo en cada caso? ¿Les parece que puede haber influencia de algún predador u otros factores?

La respuesta deberán escribirla en el mismo archivo, debajo de la pregunta *¿Qué les parece que ocurrió en la localidad "X"?*

Parte 2. Pasen a la diapositiva 19.

¡¡Encontraron las fotos!!

Comparen los párrafos que redactaron con lo que muestran las imágenes de las localidades C, D y E.

1. Observen las secuencias de imágenes de cada localidad y verifiquen si son coherentes con las interpretaciones que hicieron en la Parte 1 a partir de los gráficos.

2. ¿Encuentran alguna contradicción? Si es así, ¿cómo puede reformular su interpretación para dar cuenta de las evidencias disponibles? Piensen qué otras cuestiones pudieron haber provocado cambios en la población de ratones. Escriban esta nueva interpretación sobre la última diapositiva.

.

Descripción de la actividad y su finalidad

En esta actividad se aplica lo trabajado a una nueva situación. Para ello, se presenta el siguiente problema: un grupo de investigadores estuvo estudiando la población de ratones en tres localidades del desierto de Sonora (distintas a las estudiadas por los estudiantes en la actividad 2) pero perdieron las fotos con la secuencia temporal de esas localidades y deben explicar qué sucedió en cada una de ellas. Para esto sólo cuentan con una serie de gráficos de cada localidad similares a los que construyeron en la Actividad 2.

Los estudiantes tienen que interpretarlos (ver Figura 6) y escribir qué creen que ocurrió en cada caso: ¿por qué cambian las cantidades de ratones oscuros y claros? ¿Qué coloración puede tener el suelo en cada momento? ¿Cómo puede influir la presencia o ausencia de predadores? ¿Qué otras causas se les ocurren para explicar los cambios en la población?

La actividad tiene dos partes: en la primera los estudiantes interpretan los gráficos y en la segunda cotejan lo que dedujeron con las fotografías de esas

tres localidades. A continuación se reproducen las diapositivas correspondientes:

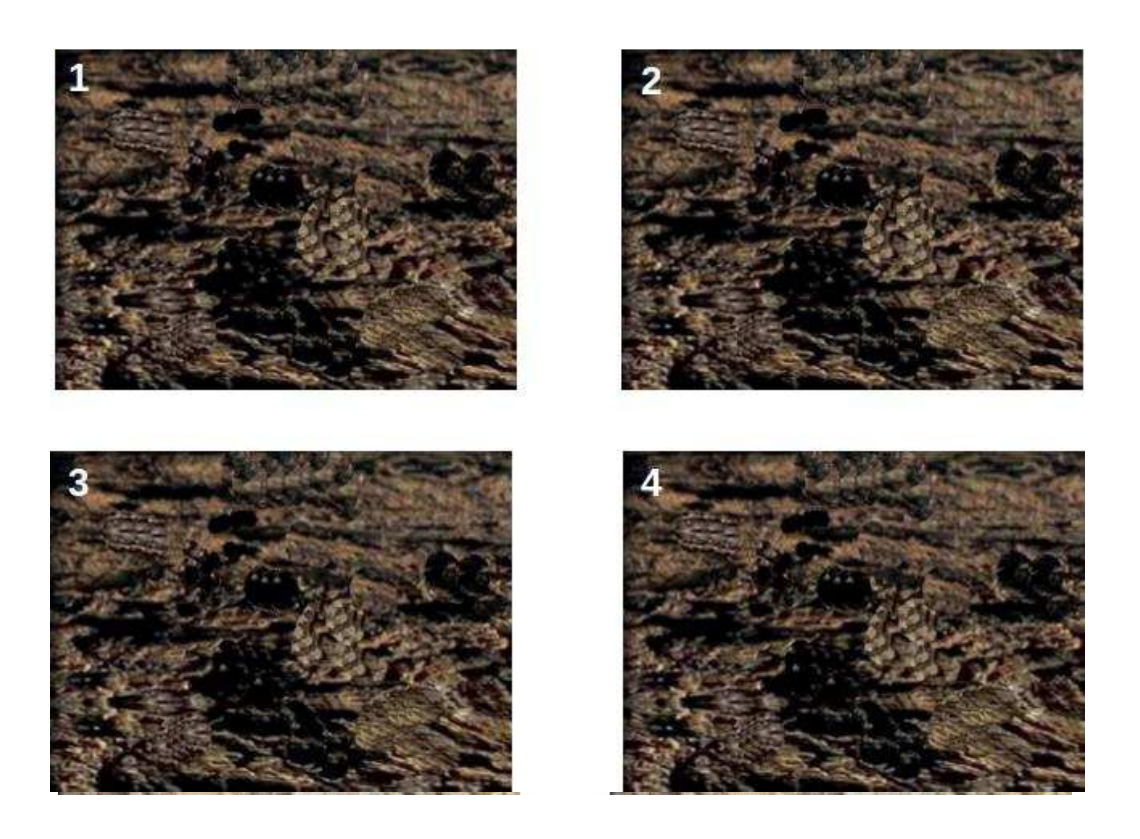


Figura 7. Secuencias de fotos encontradas en las localidades de la Actividad 3.

Localidad C. A partir del gráfico, en los que se observa en todo momento mayor cantidad de ratones oscuros, es razonable suponer que el suelo también es oscuro. Esta hipótesis se corresponde con las imágenes. Si hubieran elaborado hipótesis distintas, deberán revisar la coherencia de las mismas con ayuda del docente.

Localidad D. Según el gráfico, en el momento 1 la cantidad de ratones es mayoritariamente de coloración clara, por lo cual podemos suponer que se trata de una localidad de suelo también claro. En el momento 2 observamos que los ratones de coloración clara han disminuido y han comenzado a aumentar los oscuros. Esta tendencia continúa en los momentos 3 y 4, por lo cual es razonable pensar que el suelo pudo haberse oscurecido por efecto de

las erupciones volcánicas que afectan la región, y esto a través de la acción predadora de las lechuzas, benefició a los ratones oscuros y perjudicó a los claros. Si bien no se puede saber con total seguridad si esto fue así únicamente con el gráfico y los estudiantes pueden elaborar otras explicaciones, estas deben ser coherentes con la información disponible.

Localidad E, A partir del gráfico se pueden construir varias explicaciones posibles. Ese es uno de los principales motivos por los cuales fueron incluidos. Podemos observar que todas las imágenes corresponden a fondo blanco. Esto probablemente no es lo esperado. En este punto, se retoma la indagación, ¿qué otra explicación pueden elaborar para dar cuenta de este conjunto de datos?

Aquí y durante el desarrollo de toda la secuencia es importante permitir que los estudiantes piensen hipótesis libremente sin introducir información que no se desprenda de los materiales presentados. Se espera que puedan elaborar distintas explicaciones, como por ejemplo, "*que las lechuzas desaparecieron", "que pudo haber aparecido un nuevo predador o una enfermedad o fenómeno X que afecte negativamente a los ratones claros", "que los ratones oscuros pueden haber sido favorecidos por la aparición de una característica ventajosa nueva", etc.*

Este último caso es importante porque resalta el hecho -no menor- de que los caracteres no son ventajosos *per se* sino que lo son en función del ambiente. Como éste puede cambiar, la ventaja puede mantenerse, desaparecer o pasar a ser un carácter neutro respecto a la selección natural, o también transformarse en una desventaja.



- Se debe prestar mucha atención a la aparición de razonamientos 'lamarckianos'. Por ejemplo, los estudiantes podrían proponer *que los ratones oscuros con el correr del tiempo se fueron haciendo más rápidos porque estaban sujetos a mayor predación por parte de las lechuzas*.

- Allí cabría preguntar: ¿si alguien se ejercita como corredor entonces sus hijos van a nacer con piernas más veloces?

- A partir de esto se pueden plantear interrogantes acerca de los mecanismos biológicos de reproducción y herencia, temas a abordar en siguientes clases.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje y la enseñanza del tema

Numerosos trabajos dan cuenta de la dificultad que tienen los estudiantes para elaborar e interpretar gráficos (García y Palacios 2007; Núñez, Banet Hernández et al. 2009). Esta actividad se centra en que los estudiantes elaboren un gráfico que les ayude a describir e interpretar un fenómeno biológico. Además, la teoría evolutiva generalmente se enseña de manera narrativa, a través de libros de textos. Esto coloca al estudiante en un rol pasivo y no aporta demasiado a su comprensión del tema. El encarar la enseñanza desde la resolución de un problema, puede favorecer la comprensión profunda de las relaciones entre los distintos elementos que intervienen en un proceso de selección natural.

Actividad 4: Entre el azar y la necesidad

Consigna para los/las estudiantes

1. Abran el archivo "video_ratones_2.m4v".

2. Problematicen las siguientes afirmaciones a partir de la información que proporciona el video. Indiquen con qué partes acuerdan o desacuerdan en cada una de ellas y por qué.

A. "No es una cuestión de azar, era necesario para los ratones volverse oscuros para sobrevivir en ese nuevo ambiente"

B. "Las mutaciones no surgen como respuesta a las variaciones del ambiente, están ocurriendo todo el tiempo, en cualquier individuo, respecto de cualquier carácter, en cualquier ambiente, en cualquier especie"

C. "El hecho que en otras zonas hay ratones oscuros que llegaron a serlo por mutaciones distintas en cada especie, muestra la influencia del azar y también de la presión del ambiente"

Descripción de la actividad

La primera afirmación (A) tiene implícita una explicación de tipo finalista. El sentido común nos hace pensar que las poblaciones cambian porque "necesitan" hacerlo. Esto las cargaría de algún "tipo de conciencia de grupo" o "fuerza vital" con capacidad para transformar sus propias características biológicas. Según la frase, los ratones de alguna forma se propusieron cambiar de color y lo hicieron. En el fragmento del video seleccionado, se muestra que el azar está presente tanto en la ocurrencia de cambios ambientales (erupciones volcánicas por ejemplo) como así también en las

mutaciones permanentemente. Las poblaciones tienen una variabilidad que preexiste a los cambios ambientales.

La segunda afirmación (B) entra en contradicción con la primera. Si como se plantea en (A) las especies cambian cuando es necesario, entonces las mutaciones ocurren como respuesta a los cambios ambientales: cuando un ratón necesite mutar, mutará. Siguiendo con este razonamiento, si el ambiente se mantiene estable no sería "necesario" mutar y la especie se mantendría estable también. Este tipo de razonamiento corresponde más con la teoría lamarckiana del uso y el desuso[23] que con la biología actual. La frase (B) es coherente con el conocimiento actual. Los avances en genética y biología molecular y celular han mostrado que los eventos de mutación ocurren con una frecuencia muy alta (las células se dividen continuamente y los mecanismos de copia de genes no son perfectos), por lo que en las células de cada individuo y sus descendientes se producen continuamente pequeñas mutaciones. La gran mayoría de ellas no se heredan y/o no tienen un efecto sobre la supervivencia siendo prácticamente imperceptibles. Sin embargo algunas de ellas, a lo largo del tiempo y en determinadas condiciones pueden tener efectos importantes.

La tercera afirmación (C) integra varios conceptos. Esta afirmación cuestiona el finalismo nuevamente desde otro ángulo. En el video se explica que los investigadores encontraron que en zonas alejadas entre sí pero de color similar, las poblaciones habían tendido a cambios de coloración muy similares. Esta similaridad se observaba a tal nivel que resulta difícil distinguir un ratón claro de una localidad de suelo claro de un ratón claro de otra de localidad de suelo claro. Esto podría llevar a pensar que los ratones tienen una gran capacidad de mutar y cambiar su coloración, ya que lo pueden hacer diversas poblaciones alejadas entre sí. Sin embargo, las mutaciones que derivaron en el cambio de color, son todas distintas cada población mutó de una manera distinta. Esto se debe a lo discutido en la frase (B), las mutaciones se producen aleatoriamente. La llamativa repetición del fenómeno de cambio de coloración no debe confundirse con una fuerza vital interna que permite a los organismos mutar cuando les conviene, sino que confirma que la selección natural es una fuerza poderosa, que impone una direccionalidad concreta y en condiciones similares, puede producir resultados similares.

---

23 La teoría planteaba que los órganos que se usan más tienden a crecer y mejorar, en contraposición a los que no se utilizan. Estos cambios, que ocurren durante la vida de un organismo, serían heredados por sus descendientes. Así, por ejemplo, las serpientes provendrían de organismos con patas que progresivamente fueron dejando de usar sus extremidades y a lo largo de las generaciones estas fueron haciéndose cada vez más pequeñas hasta desaparecer.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje y la enseñanza del tema

La presente secuencia didáctica cierra con esta actividad. Se pretende que los estudiantes identifiquen los problemas que tiene el pensamiento finalista en evolución. Al analizar las afirmaciones teniendo en cuenta la información contenida en el fragmento de video, se espera que los estudiantes identifiquen los problemas que tiene cada afirmación y que pequeñas diferencias en las palabras usadas pueden encerrar significados opuestos. Se problematiza la forma de expresar las ideas evolutivas, se trata de seleccionar cuidadosamente las palabras que se utilizan a fin de poder alcanzar la precisión conceptual necesaria para comprender las ideas de Darwin y la gran diferencia con el sentido común, que generalmente se corresponde más con el finalismo lamarckiano.

Marco TPACK

Conocimiento tecnológico (sobre las tecnologías y cómo usarlas): uso de presentaciones de diapositivas de manera innovadora, uso de videos, trabajo con planillas de cálculo y elaboración de gráficos.

Conocimiento disciplinar (sobre lo que están enseñando o ayudando a sus estudiantes a aprender): contenidos de biología evolutiva. Se estudia un caso de evolución por selección natural: se busca ganar comprensión acerca de las causas por las que una característica de un organismo puede ser ventajosa o no en función de los cambios del ambiente. Se trabaja en función de comprender la existencia de procesos a escala poblacional, la variabilidad y heredabilidad de caracteres, las limitaciones a la supervivencia, el concepto de *fitness* (o eficacia biológica) y el concepto de selección natural. Paralelamente se ponen en cuestión las interpretaciones lamarckianas que surgen del alumnado.

Conocimiento pedagógico (cómo enseñar con eficacia): Se pone en juego una estrategia de indagación acerca de un fenómeno natural para realizar hipótesis sobre biología evolutiva.

Conocimiento tecnológico disciplinar (cómo seleccionar las herramientas y los recursos que ayudaran a los estudiantes a aprender aspectos particulares de un contenido): se utiliza una de las posibilidades que brindan los programas de presentación de diapositivas: la posibilidad de definir un tiempo para la reproducción de las mismas automáticamente. Así, en ese tiempo prefijado se realiza un juego de cacería virtual en la naturaleza. El uso de esta herramienta permite aproximarse a un fenómeno de selección

natural. Si bien existen algunos simuladores específicos para este tema, no hemos encontrado ninguno que haya involucrado a la especie de ratón y el ambiente natural que tomamos en esta secuencia. Por lo tanto con esta forma de utilizar el programa de presentación de diapositivas se podría trabajar con cualquier otra especie, modificando sencillamente las imágenes incrustadas y ubicando en ellas la especie y ambiente deseados.

También se utiliza software para trabajar con planillas de cálculo y elaborar gráficos (Libreoffice Calc / MS Excel) y esto permite graficar a lo largo del tiempo las subpoblaciones de ratones.

Conocimiento tecnológico pedagógico (cómo enseñar bien con las nuevas herramientas tecnológicas): la realización mediante una presentación de diapositivas del juego que simula un fenómeno de selección natural, permite abordar un fenómeno que sería muy difícil de observar en la escuela de otra manera, que seguramente involucraría mucho tiempo y algún tipo de salida de campo. En esta propuesta se logra visualizar el fenómeno dentro del aula. Con respecto a la elaboración de gráficos, el uso de planillas de cálculo permite aprovechar las posibilidades de cálculo de la computadora y dedicar mayor tiempo y atención a la interpretación de los datos.

Conocimiento pedagógico disciplinar (cómo enseñar un contenido concreto): es común encontrar que a los estudiantes les cuesta apropiarse correctamente de la biología evolutiva. La teoría de selección natural es una de las grandes producciones científicas de la humanidad y sin embargo es poco comprendida en sus aspectos fundamentales. Una de las mayores dificultades es que integra conocimientos de campos muy distintos, es preciso tener conocimientos básicos de biología, ecología, genética, matemática, entre otras ramas de la ciencia. Para no confundir a los estudiantes con demasiada complejidad en una sola clase, el abordaje propuesto hace foco en algunos aspectos biológicos básicos (individuo y población, supervivencia, reproducción, variabilidad natural de las poblaciones, relaciones predador-presa, influencia de factores ambientales) y deja de lado otros. Los aspectos genéticos no se han tocado aquí y se dejan para retomar en clases posteriores.

Conocimiento tecnológico, pedagógico, disciplinar (TPACK) (Es el conocimiento que los profesores necesitan para integrar las tecnologías de manera eficaz en el DC): a partir de las hipótesis que elaboran los estudiantes para explicar las secuencias de imágenes se pueden conocer sus ideas acerca de los fenómenos evolutivos. Es posible que aparezcan ideas lamarckianas y se espera que a partir de esta secuencia los estudiantes cuenten con un marco de interpretación superador. El uso que hacemos de las herramientas de cálculo nos permite también superar los abordajes puramente cualitativos y expositivos de los fenómenos de selección natural y propiciar que los estudiantes intervengan activamente en la resolución de problemas de biología evolutiva con datos cuantitativos.


CONECTAR IGUALDAD

Carpeta de actividades para los estudiantes

Ratones en el desierto

Actividad 1: Ratones en la pantalla

Primera parte

1. Armen grupos de 2-3 integrantes y abran en sus netbooks la presentación "Juego.odp", pónganla en modo *pantalla completa* (pulsar la tecla "F5").

2. Avancen a la diapositiva número 2 y coloquen sobre la pantalla de la netbook una hoja de papel tamaño A4 o similar, doblada a la mitad de manera que la tape completamente. Marquen con una fibra la cruz que se trasluce a través del papel.

3. A partir de ahora imaginen son lechuzas que están sobrevolando una zona silvestre, buscando presas, preferentemente ratones. Al pasar a la diapositiva 3, podrán observar un escenario lleno de ratones. Cuentan con 15 segundos para cazar la mayor cantidad de ratones posible. "Cazar" es marcar en el papel con una fibra de punta suave.

4. Preparados, listos...¡ya!

Segunda parte

Respondan en sus cuadernos las siguientes preguntas:

1. ¿Cuántos ratones cazaron?
2. Destapen la pantalla y respondan: ¿Cuántos ratones claros hay en la imagen? ¿cuántos oscuros? ¿cómo es el color del suelo?
3. Teniendo en cuenta los resultados de sus compañeros, ¿cuántos ratones claros "comieron" en cada escenario? ¿y cuántos ratones oscuros?
4. ¿A qué atribuyen las diferencias encontradas en la cantidad de ratones que "cazó" cada uno?
5. Imaginen que las condiciones de cada escenario se mantuvieran sin cambios a lo largo del tiempo, ¿qué creen que pasaría con las subpoblaciones de ratones claros y oscuros en cada una?

Actividad 2: Ratones en el desierto

En grupos de 3-4 abran el archivo "Ratones en el desierto.odp" y sigan la consigna descrita en la diapositiva 2:

Primera parte:

1. Observen que las próximas cuatro (4) diapositivas, contienen una secuencia de imágenes (desordenada) que representa distintos momentos para las localidades de fondo claro y oscuro (A y B respectivamente) que se observan en el mapa de la diapositiva 1.
2. Acomoden la secuencia de imágenes según un posible orden cronológico.
3. Escriban en una de las diapositivas el criterio que utilizaron para ordenarlas.

Segunda parte:

1. Cuenten la cantidad de ratones claros y oscuros que ven en cada una de las imágenes que ordenaron y analicen cada situación tratando de interpretar cómo se llegó a ella.
2. Completen la siguiente tabla con los datos obtenidos.

Localidad A		Localidad B	
pelo claro	pelo oscuro	pelo claro	pelo oscuro

Tercera parte:

1. Realicen un gráfico de barras con los datos de la tabla.
2. Para cada localidad, analicen ¿qué ocurrió a lo largo del tiempo con la subpoblación de ratones oscuros? ¿Y con la subpoblación de ratones claros?
3. ¿Cómo podríamos interpretar estos resultados?

Cuarta parte:

1. Reproduzcan el video "video_ratones_1.m4v".
2. Con la nueva información que les proporcionó el fragmento de video, amplíen lo que habían redactado en el punto 3 de la primera parte.
3. Lean los párrafos elaborados por cada uno y discutan si observan discrepancias entre los grupos y cómo creen que se vería la población de ratones dentro de 100 años en cada localidad.

Actividad 3: Ratones en los gráficos

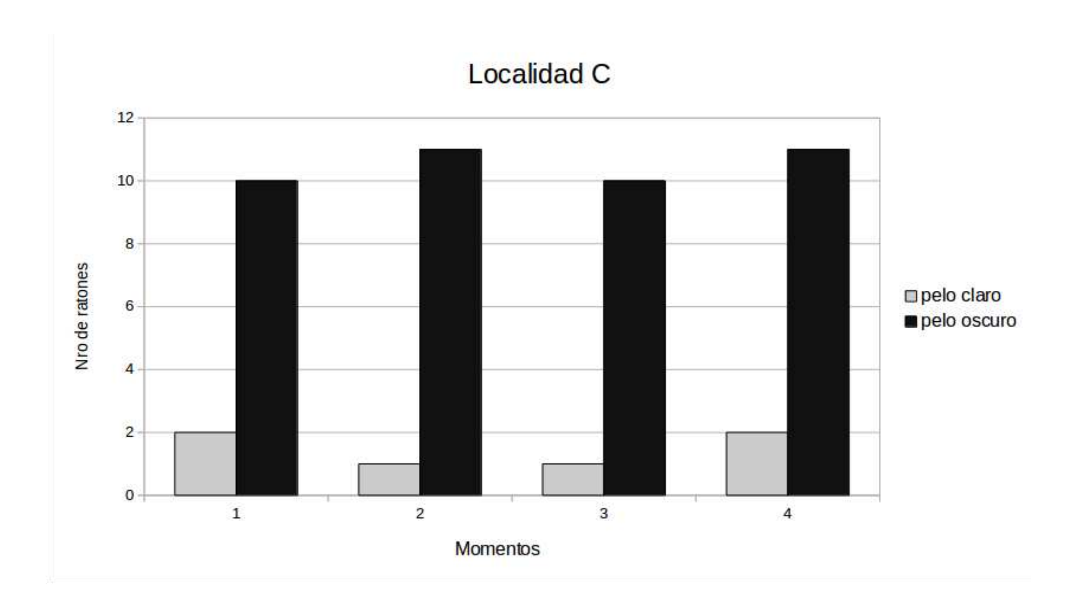
Parte 1. Resuelvan el siguiente problema:

Un grupo de científicos estudió la población de ratones en tres localidades del desierto de Sonora distintas a las que se estudiaron antes (C, D y E), pero lamentablemente perdieron las secuencias de imágenes asociadas a estas

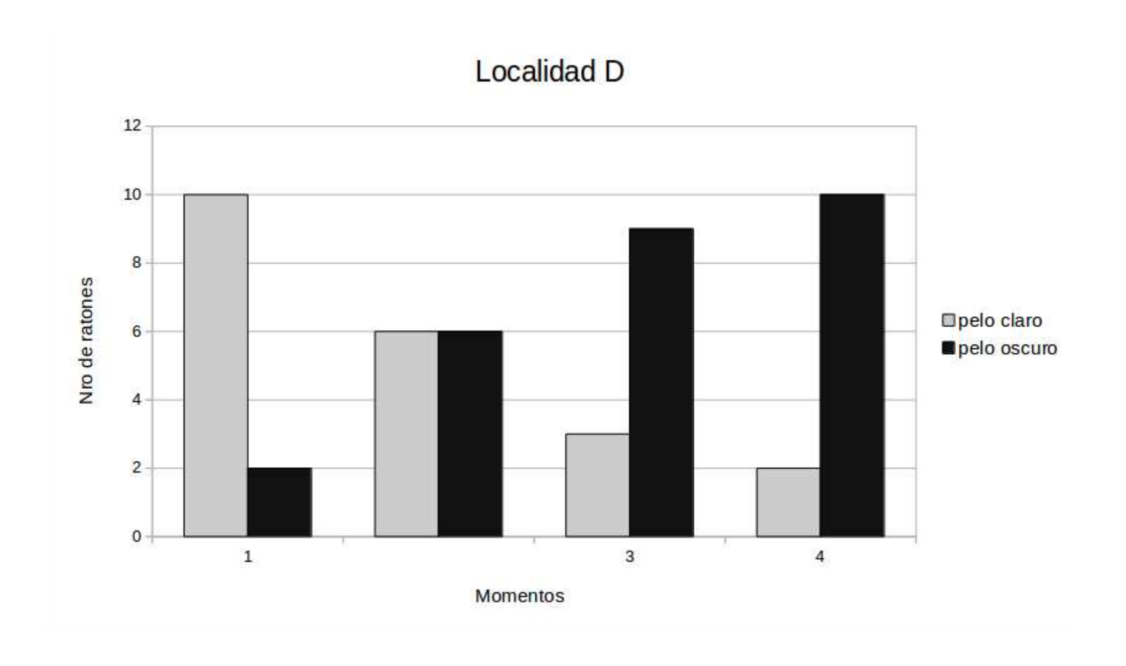
localidades. Por esto no pueden saber de qué color era el suelo en estas regiones. Lo único que encontraron entre sus carpetas, son los gráficos que habían construido a partir de las imágenes perdidas (como los que hicieron ustedes en la actividad anterior).

1. En la presentación de diapositivas "Ratones en el desierto.odp", vayan a la diapositiva 12. Luego del título "Actividad 3 – Ratones en los gráficos"

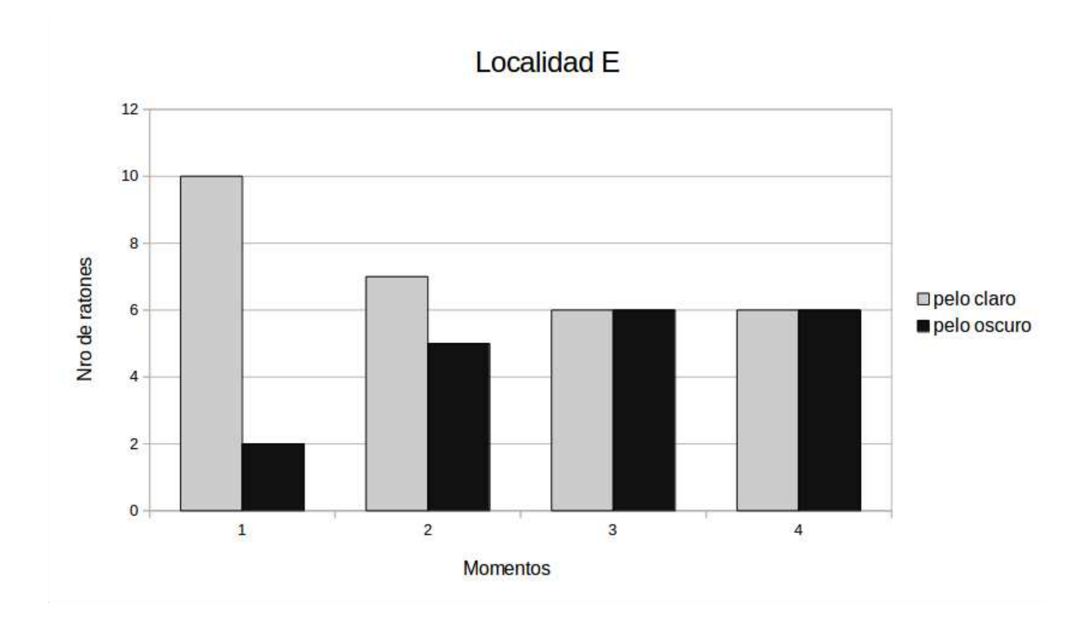
2. Van a encontrar los gráficos que corresponden a las localidades C, D y E. Interpreten qué sucedió en cada localidad con la población de ratones a lo largo de tiempo.



¿Qué ocurrió en la localidad C?



¿Qué ocurrió en la localidad D?



¿Qué ocurrió en la localidad E?

Figura 6. Gráficos de nuevas localidades para interpretar en la Actividad 3.

3. Contesten las siguientes preguntas en la diapositiva ¿por qué les parece que las cantidades de ratones oscuros y claros van variando a lo largo del tiempo? ¿Qué coloración les parece que podría tener el suelo en cada caso? ¿Les parece que puede haber influencia de algún predador u otros factores?

La respuesta deberán escribirla en el mismo archivo, debajo de la pregunta *¿Qué les parece que ocurrió en la localidad "X"?*

Parte 2. Pasen a la diapositiva 19.

¡¡Encontraron las fotos!!

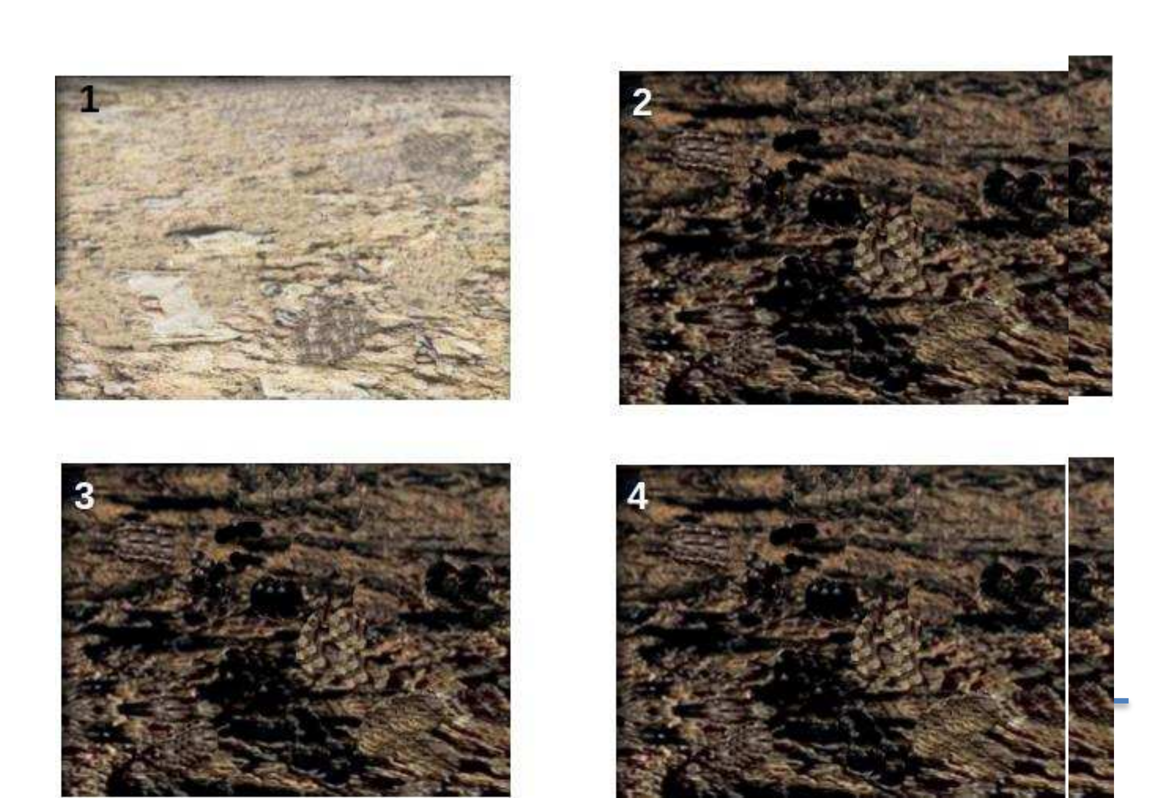
Comparen los párrafos que redactaron con lo que muestran las imágenes de las localidades C, D y E.

1. Observen las secuencias de imágenes de cada localidad y verifiquen si son coherentes con las interpretaciones que hicieron en la Parte 1 a partir de los gráficos.

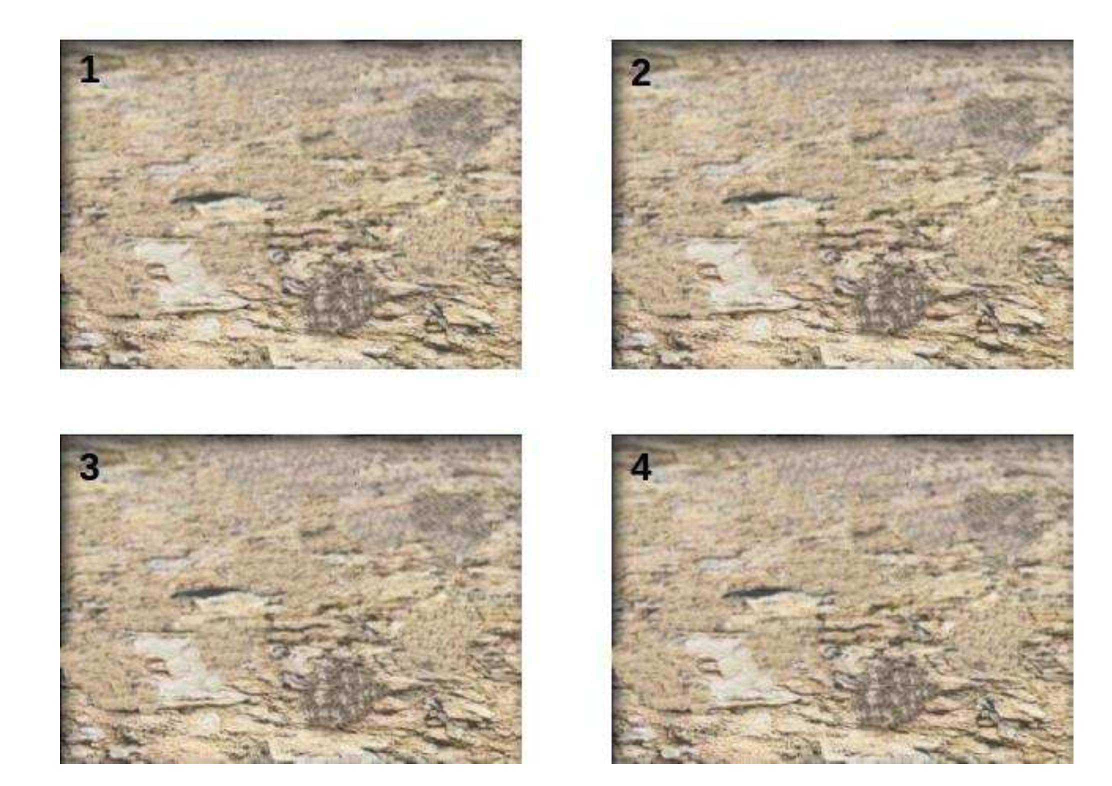
2. ¿Encuentran alguna contradicción? Si es así, ¿cómo pueden reformular su interpretación para dar cuenta de las evidencias disponibles? Piensen qué otras cuestiones pudieron haber provocado cambios en la población de ratones. Escriban esta nueva interpretación sobre la última diapositiva.

.

Localidad D



Localidad E



Actividad 4: Entre el azar y la necesidad

1. Abran el archivo “video_ratones_2.m4v”.

2. Problematicen las siguientes afirmaciones a partir de la información que proporciona el video. Indiquen con qué partes acuerdan o desacuerdan en cada una de ellas y por qué.

A. “No es una cuestión de azar, era necesario para los ratones volverse oscuros para sobrevivir en ese nuevo ambiente”

B. “Las mutaciones no surgen como respuesta a las variaciones del ambiente, están ocurriendo todo el tiempo, en cualquier individuo, respecto de cualquier carácter, en cualquier ambiente, en cualquier especie”

C. “El hecho que en otras zonas hay ratones oscuros que llegaron a serlo por mutaciones distintas en cada especie, muestra la influencia del azar y también de la presión

Bibliografía

BISHOP, B.A. y ANDERSON, C.W. (1990). "Student conceptions of natural selection and its role in evolution". Journal of Research in Science Teaching 27: 415-427

CARROLL, S. B. (2006). The Making of the Fittest: DNA and the Ultimate Forensic Record of Evolution. W. W. Norton & Company, Inc.

GARCÍA, J. J. G. y F. J. P. PALACIOS (2007). "¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias?" Enseñanza de las Ciencias, España 25(1): 107-132.

GONZÁLEZ GALLI, L. M. (2011). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires

JIMENEZ ALEXAINDRE, M. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 9 (3), p. 248-256.

JUNGWIRTH, E. (1975). The problem of teleology in Biology as a problem of Biology-teacher education. Journal of Biological Education, 9 (6), p. 243-246.

MISHRA, P. Y KOEHLER, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record, Volume 108, Number 6, June 2006, pp. 1017–1054

NÚÑEZ, F., E. BANET HERNÁNDEZ, ET AL. (2009). "Capacidades del alumnado de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas." Enseñanza de las Ciencias 27(3): 447.

SETTLAGE, J. (1994). Conceptions of Natural Selection: A Snapshot of the Sense-Making Process. Journal of Research in Science Teaching, 31 (5), p. 449-457

Secuencia didáctica N°4. Punto de ebullición

Sinopsis

En esta secuencia didáctica se trabajará sobre un cambio de estado. A partir de una experiencia sencilla se establecerá la relación entre la temperatura del cambio de estado líquido al gaseoso del agua y posteriormente se lo relacionará con la presión externa.
Serán los propios estudiantes los que construirán gráficos para observar la relación entre estas variables, comparando los datos obtenidos por ellos con los obtenidos por otros estudiantes en otras ciudades de nuestro país.

Se utilizará un video para visualizar la relación entre la altura sobre el nivel del mar y el punto de ebullición como punto de partida para establecer la relación con la presión de la columna de aire. Se integrarán ambos conceptos a partir de una actividad contextualizada en hechos históricos. Las actividades están diseñadas para que los estudiantes trabajen en parejas, pero sin duda podrán adecuarse según la disponibilidad de material de laboratorio.

La duración estimada de esta secuencia es de 120 minutos.

Objetivos

Son objetivos de esta secuencia didáctica proveer las condiciones para que las/los estudiantes logren:

- Notar que durante un cambio de estado la temperatura de la sustancia permanece constante.
- Investigar un cambio de estado mediante un trabajo de laboratorio.
- Tomar y registrar datos durante una experiencia de laboratorio.
- Hallar una relación entre presión atmosférica y punto de ebullición
- Realizar gráficos utilizando un programa específico.
- Elaborar un informe integrador utilizando las herramientas digitales incorporadas en la clase.

Aspectos a considerar en la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos que aborda esta secuencia didáctica

- La invariabilidad del valor de la temperatura de un sistema durante los cambios de estado es un hecho contra intuitivo, la mayoría de los estudiantes suele pensar que mientras dure el calentamiento, la temperatura seguirá aumentando. (Talanquer, 2004; Driver, Guesne, Tiberghien, 1996)
- Por lo general, el tema de los cambios de estado es abordado sin tener en cuenta la influencia de la presión externa, es decir sin tener en cuenta la presencia del aire y por lo tanto la presión que éste ejerce sobre la masa de líquido. Existen muchas aplicaciones tecnológicas donde justamente este es el principio que justifica su diseño. (Morales y Rodriguez, 2011)
- Son frecuentes las dificultades en la interpretación de datos experimentales, aun habiendo logrado representarlos en un gráfico. (García y Palacios, 2013).

Contenidos en relación con los NAP

En esta clase se trabajarán los contenidos relacionados con los estados de agregación de la materia y los cambios de estado y su relación con la temperatura y la presión externa. Los mismos forman parte de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) vigentes:

- La elaboración de conclusiones a partir de las observaciones realizadas o de la información disponible, dando explicaciones o interpretando un fenómeno a partir de un modelo científico pertinente.
- El uso adecuado de aparatos de laboratorio y de instrumentos diversos siguiendo una guía de procedimientos o las instrucciones del docente y atendiendo a normas de seguridad.
- La realización de diseños y actividades experimentales adecuados a la edad y el contexto.

Contenidos previos

Para poder llevar a cabo esta secuencia didáctica, no es necesario tener conocimientos previos, pero entendemos que desde la escuela primaria se viene trabajando con la teoría corpuscular de la materia y se ha tenido contacto con los cambios de estado.

Actividad 1: Realización de una experiencia de laboratorio sencillo

Consigna para los estudiantes

Todos hemos calentado alguna vez un recipiente con agua. ¿Alguna vez pensaron qué pasa con la temperatura del agua mientras la estamos calentando? Discutan con su compañero o compañera si alguna de las siguientes opciones describe lo que con el agua y anoten sus respuestas en un documento de texto:

a) La temperatura aumenta hasta que no queda más agua en el recipiente.

b) La temperatura aumenta rápidamente hasta cierto valor y luego lo hace más lentamente.

c) La temperatura aumenta hasta cierto valor y luego no cambia más.

d) Otra opción (escríbanla)

¿Se pusieron de acuerdo? ¿Cómo podrían comprobarlo?

Diseñen una experiencia para poner a prueba sus ideas. Para ello disponen de los siguientes materiales: agua, probeta graduada, vaso de precipitados, mechero de Bunsen, tela metálica, trípode, soporte universal, aro con nuez, termómetro de laboratorio y un trozo de hilo o lana.

Hagan un registro fotográfico de todos los pasos que realicen.

¿Se obtuvieron los resultados que habían predicho?

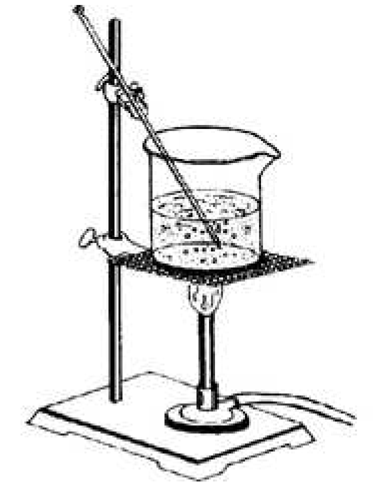
¿Todos trabajaron con la misma cantidad de agua?

¿Todos tomaron los mismos datos?

Respondan las preguntas anteriores en el documento que han iniciado y escriban un párrafo explicando qué le pasa al agua cuando se la calienta.

Descripción de la actividad y su finalidad

La actividad consiste en sugerir a los estudiantes que realicen un diseño experimental para poner a prueba sus predicciones respecto al comportamiento de la temperatura de una muestra de agua líquida cuando se la calienta. Para ello se les entrega material de laboratorio suficiente como para realizar una experiencia sencilla consistente en calentar agua y medir la temperatura de la misma a intervalos de tiempo regulares. Se espera que armen un dispositivo como el de la figura.



Para ello, mientras diseñan el experimento, se sugiere guiarlos con preguntas como las siguientes:

1. ¿Qué van a medir?
2. ¿Con qué van a medir?
3. ¿Cómo lo van a registrar?
4. ¿Qué resultados esperan obtener?

La finalidad de esta actividad es en primer lugar llamar la atención sobre un hecho cotidiano, como lo es hervir agua, poniendo el énfasis en el hecho de que, a partir de que se alcanza la ebullición, la temperatura del agua se mantiene constante, y por otra parte realizar un diseño experimental y remarcar la necesidad de medir durante la realización de una experiencia y de tomar decisiones acerca de qué y cómo medir.



En este momento se espera que los distintos grupos de estudiantes hayan trabajado con distintas cantidades de agua y que hayan registrado al menos datos de tiempo y temperatura.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad busca estimular el conflicto cognitivo en los estudiantes al invitarlos a observar, en un ejemplo cercano a su cotidianidad, el hecho contra-intuitivo de que la temperatura del agua no cambia mientras está en ebullición.

Estrategias TIC utilizadas

Mediante el registro fotográfico con las netbooks se pretende que los estudiantes puedan remitirse al mismo al momento de organizar los datos registrados, ya sea para la posterior construcción de un gráfico o para escribir un relato de la experiencia.

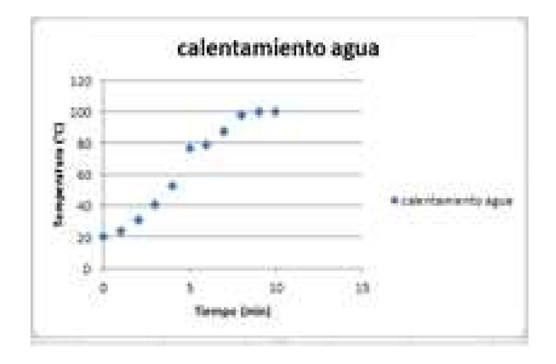
Actividad 2

Consigna para los/las estudiantes

1. Para estudiar de una manera más simple los datos que obtuvieron, acomódenlos en un gráfico.

Para eso, copien los valores de tiempo y temperatura en una planilla de cálculo y realicen el gráfico (eligiendo las opciones: tipo dispersión XY, de puntos).

Debería quedar **más o menos** de la siguiente forma, aunque no necesariamente coincidirán las coordenadas de los puntos:



2. Sobre el mismo gráfico inserten ahora las fotografías tomadas con la netbook, ubicando las imágenes una a una, con la precaución de colocarlas en el momento que les corresponde en el gráfico. Marquen la zona en la que el agua estaba hirviendo.

3. Peguen el gráfico en el documento de texto y escriban un nuevo párrafo que explique el resultado de su experimento, o sea, cómo se comporta la temperatura del líquido a lo largo de la experiencia. Para ello utilicen el gráfico construido por ustedes.

Respondan por escrito las siguientes preguntas:

4. ¿El comportamiento del agua al calentarse es como habían previsto?

5. ¿De qué manera la descripción coincide o no con sus predicciones?

6. ¿Qué piensan que hubiera cambiado en sus resultados si les hubiera tocado usar otra cantidad de agua?

Observen ahora los gráficos que hicieron sus compañeros y respondan en su archivo:

7. ¿En qué se parecen y en qué se diferencian al que hicieron ustedes?

8. Respecto del TIEMPO de los calentamientos:

a. Los equipos que calentaron menor cantidad de agua, ¿tardaron más, menos o el mismo tiempo que los demás en llevar el agua a ebullición?
b. ¿Y los equipos que trabajaron con mayor cantidad de agua?
c. Escriban un párrafo que relacione la cantidad de agua que se calienta con el TIEMPO que tarda en llegar a hervir.

9. Respecto de las TEMPERATURAS alcanzadas en los calentamientos:

d. Los equipos que calentaron menor cantidad de agua, ¿llegaron a una temperatura máxima mayor, menor o igual que los demás en llevar el agua a ebullición?
e. ¿Y los equipos que trabajaron con mayor cantidad de agua?
f. Escriban un párrafo que relacione la cantidad de agua que se calienta con cómo cambia la TEMPERATURA durante todo el experimento.

Descripción de la actividad

En esta actividad, desde una perspectiva didáctica de la enseñanza por indagación se propone la construcción de un gráfico como forma de sistematizar los datos obtenidos experimentalmente.

Se busca que al comparar los resultados obtenidos por los distintos grupos, los estudiantes puedan formular hipótesis acerca del comportamiento del agua en estado líquido cuando se la calienta y puedan predecir qué sucederá en sistemas con diferentes masas de agua más allá de los estudiados y generalizar dicho comportamiento.

Por otra parte los estudiantes trabajarán en forma colaborativa en la construcción de un gráfico, incorporándolo como una herramienta válida para interpretar datos empíricos.

Esperamos que en este momento los estudiantes puedan explicitar que durante la ebullición que analizamos, la temperatura del sistema se mantiene constante.

Estrategias TIC utilizadas

En esta actividad, se ha utilizado una planilla de cálculo para construir tablas y gráficos. Esta es una herramienta sencilla de utilizar pero que involucra la construcción de importantes relaciones entre mediciones experimentales y sus significados. El hecho de recoger datos y luego trasladarlos a una tabla y representarlos gráficamente implica asumir que hay una relación entre ellos. Sin embargo, la interpretación del gráfico obtenido implica un nivel más complejo de relación entre los conceptos involucrados, por lo cual, no debe considerarse una herramienta menor.

Actividad 3

Consigna para los/las estudiantes

¿Siempre que calienten agua sucederá lo mismo?, observen el siguiente video desde el minuto 0:38 hasta el minuto 8:20:

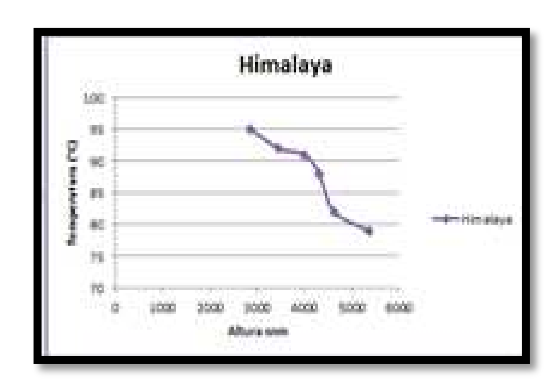
https://www.youtube.com/watch?v=JTL4dj3Gx1o

1. ¿Qué observan en el video respecto a la temperatura a la que hierve el agua en cada lugar?
2. Copien los datos de temperatura de ebullición y altura sobre el nivel del mar que se observan en el video. Pueden trabajar de a dos. Mientras en una computadora van observando el video, en la otra van copiando los datos en una planilla de cálculo.
3. Con los datos obtenidos realicen un gráfico que muestre cómo varía la temperatura en función de la altura.
4. ¿Qué observan en el gráfico?
5. ¿Siempre que se caliente agua a distinta altura sucederá lo mismo?
6. ¿Habrá otra variable que intervenga en la temperatura a la cual hierve el agua?
7. Formulen una hipótesis al respecto.

Descripción y finalidad de la actividad

Mediante el uso del video de una experiencia real, en esta actividad se observa que la temperatura a la cual hierve el agua disminuye a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar. De esta forma no sólo se contextualiza la experiencia fuera de la situación especial del laboratorio, sino que también lleva a pensar que no siempre que se caliente agua ésta hervirá a la misma temperatura, sino que hay factores externos que la modifican. Por otra parte, se refuerza el uso de gráficos como herramienta válida para interpretar datos experimentales.

En el video se muestran los datos de altura y temperatura de ebullición sobreimpresos de esta manera se garantiza que todos registren los mismos valores, una vez trasladados a una tabla deberían obtener un gráfico similar a este:





En este momento se espera que los estudiantes observen que existe una relación entre la variación de la temperatura de ebullición y la altura sobre el nivel del mar a la cual se realiza la experiencia. La actividad se completa con una animación que muestra que además, con la altura varía la presión atmosférica.

Estrategias TIC utilizadas

En esta actividad la herramienta principal es un video que permite observar como disminuye el punto de ebullición del agua a medida que aumenta la altura. Permite observar un proceso que es difícil llevar a cabo en el contexto escolar.

Se vuelve a utilizar la construcción de un gráfico, esta vez con datos tomados del video

Actividad 4
Consigna para los/las estudiantes

1. Nosotros hemos realizado la experiencia que llevaron a cabo ustedes en la actividad 1 con chicos de otros lugares de nuestro país, que obtuvieron los valores que incluimos en la tabla que está a continuación:

Localidad	Temperatura de ebullición del agua pura (°C)
Bariloche (Rio Negro)	97,0
Catamarca	98,2
Jujuy	95,6
Malargüe	95,1

(Mendoza)	
Salta	96,0
San Luis	97,6
Tucumán	98,5
Ushuaia	99,8

¿A qué piensan que pueden deberse las diferencias entre los valores de temperaturas de ebullición?

¿Podrían relacionarlo con el video que observaron? ¿Y con el gráfico que construyeron?

¿Qué podrían decir de las ciudades donde viven esos estudiantes?

El comportamiento que observan en la Tabla de arriba, o sea, el cambio de punto de ebullición con la altura, fue observado por Francisco Caldas, a fines del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII. Caldas era un estudioso americano, que nació en el actual territorio de Colombia. En la accidentada geografía de la zona, Caldas midió muchas veces y en distintos lugares el punto de ebullición del agua, y registró estos valores:

Altura sobre el nivel del mar	Altura del barómetro	Punto de ebullición del agua	
		Termómetro centígrado	Termómetro Réaumur
Metro	Metro		
0	0,7620	100º,0	80º,0
1000	0,6792	97,1	77,7
2000	0,6050	94,3	75,4
3000	0,5368	91,3	73,0
4000	0,4741	88,1	70,5
5000	0,4182	84,7	67,7
6000	0,3674	81,0	64,8
7000	0,3203	77,0	61,6

La tabla que figura más arriba es una copia del registro original que hizo Caldas, donde la temperatura del agua aparece en grados Celsius (también llamados centígrados) y en otra escala, llamada de Réaumur (Termómetro Réaumur), que era de uso frecuente en ese momento.

¿A qué podrían deberse las diferencias encontradas en los puntos de ebullición medidos a distintas alturas?

¿Qué ocurre con la presión atmosférica a medida que aumenta la altura? Utilizando la tabla de Caldas y la animación que hallarán en

http://www.educaplus.org/play-142-Propiedades-de-la-atm%C3%B3sfera.html

Expliquen los resultados del mismo experimento realizado en las diferentes localidades.

De la Tabla de Caldas, sólo necesitarán las columnas correspondientes a *Altura sobre el nivel del mar* y *Termómetro centígrado*.



Es de esperar que, al cabo de la realización de estas actividades, los estudiantes hayan podido establecer que la temperatura no aumenta ni disminuye durante la ebullición, si esta se realiza a presión externa constante, pero que esta temperatura (la de ebullición) puede variar para una misma sustancia cuando varía la presión externa. Una forma de explicar esta variación es analizando datos de experiencias o mediciones realizadas a distintas alturas, teniendo en cuenta lo observado en la animación.

Se mantiene la tabla original de Caldas con la finalidad de conservarla como documento, explicitando que allí hay otros datos que no se usarán en esta secuencia.

Descripción de la actividad

Para completar la información obtenida del video, se observa una animación que permite explicitar la presión atmosférica a medida que un globo aerostático asciende en la atmósfera.

Estrategias TIC utilizadas

En esta actividad se utiliza una animación que permite acceder a datos de presión atmosférica en función de altura sobre el nivel del mar de una forma interactiva y atractiva para los estudiantes.

Cómo contribuye esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

La combinación del video con la animación permite relacionar el punto de ebullición con la altura y a través de la relación entre ésta y la presión, relacionar presión con punto de ebullición.

Actividad de Integración

En relación con nuestra historia:

Consigna para los estudiantes

El 19 de enero de 1817 se inició la gesta más heroica de las guerras de la independencia en la futura Argentina: el General Don José de San Martín, al mando del Ejército de los Andes, organizó el cruce de la cordillera de los Andes. Para ello, previamente realizó una gran tarea de inteligencia con el fin de determinar cuáles eran los pasos más seguros y rápidos, enviando al ingeniero Álvarez Condarco, quien memorizó los datos por si fuera capturado por el enemigo. En aquella época, los relevamientos de terreno, medición de alturas y predicciones climáticas eran realizadas por científicos llamados "cosmógrafos", dada la amplitud de sus áreas de conocimientos.

La información más necesaria para realizar el cruce era la referida a la altura, ya que a mayor altitud aumentaban la probabilidad de sufrir una dolencia llamada "mal de altura", y sería mayor la exigencia física para hombres y animales.

Pero... ¿cómo se medía la altura de las montañas? Recuerden que en esa época existían muchos menos instrumentos de medición que los que tenemos ahora.

Utilizaban varios métodos:

a) Teniendo un dato aproximado de la pendiente de la montaña y midiendo las distancias recorridas, se estimaba la altura haciendo cálculos trigonométricos.
b) Los cosmógrafos establecían relaciones entre la presencia de nieve y la altura de las montañas.
c) Los cosmógrafos elaboraban gráficos relacionando la altura con la presión atmosférica y ésta con el punto de ebullición del agua.

Como si fueran los compañeros de San Martín preparando el cruce con el Ejército de los Andes, elaboren un gráfico en la planilla de cálculo de la altura en función del punto de ebullición del agua pura, utilizando la tabla de Caldas, tal como lo hicieron con los datos del video.

Después de realizado el gráfico elaboren un instructivo sobre cómo utilizarlo para determinar la altura de un lugar. Para esto pueden utilizar el programa **Fotos Narradas** [24]o su análogo Luokotka[25], para Huayra y otras distribuciones de Linux



[24] Se pueden descargar de http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=11132)

[25] Se puede descargar de http://loukotka.softonic.com/linux/descargar#downloading.

Es importante llevar a cabo la experiencia de laboratorio, con los cuidados necesarios. Si bien también podría suplirse la experiencia con un video de la experiencia, el contacto directo con los materiales y la recogida experimental de datos, mostrarán otras variables que intervienen, que son inevitables, como las variaciones en el suministro de calor si se trabaja con mecheros en lugares ventilados, incertidumbres en las lecturas, problemas con la calibración de los termómetros, etc., que invitarán a tratar el tema de los errores experimentales y las incertidumbres en las mediciones. Por otra parte, en la observación del video donde se hierve agua a distintas alturas también se observan algunas de estas dificultades.

Alcances de esta secuencia

Se puede comenzar a indagar acerca de qué es lo que hace que una sustancia cambie de estado o por qué la temperatura no aumenta cuando esto sucede.

Estrategias TIC utilizadas

La herramienta utilizada en este caso es Fotos narradas o Loukotka, que son programas de edición audiovisual que les permitirá a los estudiantes elaborar un instructivo utilizando un lenguaje diferente al tradicional como lo es la narración escrita, pues incorporarán imágenes fijas o en movimiento y también música. Proponemos utilizarlo también en el proceso de evaluación de esta secuencia, pues la posibilidad que ofrece de crear una o varias nuevas versiones, para modificar las anteriores, permite seguir construyendo conceptos a partir de la reflexión constante sobre lo que ya se hizo.

Propuesta de evaluación

Una forma de chequear el avance de los aprendizajes es la construcción del instructivo que se realiza en la Actividad de Integración y el intercambio del mismo con sus pares. Los estudiantes deberían poder seguir los pasos del instructivo, aunque sólo podrían chequear si realmente funciona correctamente teniendo datos tomados exactamente a la altura a la que se encuentra la ciudad en la que viven. Sin embargo, pueden guiarse por las siguientes preguntas:

¿Considerás que la información que contiene el instructivo es suficiente? En caso de que no lo sea, ¿Qué agregarías?

¿Presenta información confusa?

¿Podés determinar con él la altura a la que se encuentra tu escuela?

Otra opción para evaluar esta secuencia puede plantearse a partir de instructivos de Buenas Prácticas de Manufactura de alimentos, los cuales muchas veces se hacen llegar a la población a través de los municipios o

están disponibles en internet. Es muy importante que la población acceda a ellos porque contribuye a la prevención de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) pero muchas veces los procesos de cocción y pasteurización están estandarizados por tiempo (por ejemplo, en la elaboración de una conserva de berenjenas: hervir los frascos cerrados durante 15 minutos, dejar enfriar 24 hs y repetir el procedimiento), si en estos procesos no está establecida cuál debe ser la presión externa, el seguirlos paso a paso puede entrañar un riesgo para la persona que los realiza.

Podemos pedirles a los estudiantes que analicen si un determinado instructivo puede ser seguido sin riesgo por pobladores de distintas ciudades del país. En este caso podemos seleccionar deliberadamente varias ciudades que se encuentren a diferentes alturas, se podría volver a usar la tabla de la actividad N°4.

Marco TPACK

Conocimiento Tecnológico Disciplinar. Se refiere a la relación entre la química y la tecnología, incorporando también los aspectos tecnológicos involucrados en el desarrollo de los contenidos disciplinares. Aunque no sean explícitamente utilizados en esta clase, el docente debe saber que existen instrumentos y protocolos de medición de presión a diferentes alturas y sensores de temperatura que permiten registrar temperaturas en intervalos de tiempo mucho menores que los obtenidos con el clásico termómetro de alcohol.

Conocimiento Tecnológico Pedagógico. Hace referencia al uso de recursos tecnológicos para generar estrategias pedagógicas que viabilicen apropiadamente los aprendizajes. En este caso se utiliza el registro de datos en planillas de cálculo para construir un gráfico con el fin de observar la variación de temperatura al calentar agua en diversas situaciones. Se propone el trabajo con la cámara de las netbook para hacer un registro de imágenes de la experiencia. Luego mediante material audiovisual se observa el calentamiento de agua a diferentes alturas, un experimento en situación que no se podría hacer con los recursos de un laboratorio escolar, y finalmente se utiliza el programa fotos narradas para construir una aplicación de los contenidos desarrollados en la clase.

Conocimiento Pedagógico Disciplinar. Esta dimensión hace referencia al conocimiento del docente acerca de las estrategias pedagógicas involucradas en la enseñanza de los contenidos disciplinares específicos. El reconocimiento de las ideas alternativas y las formas más adecuadas de trabajar con ellas de modo de promover y potenciar la re significación de los saberes disciplinares.

En esta propuesta se parte de las ideas alternativas de los estudiantes con respecto a la constancia del punto de ebullición y cuáles son los factores que influyen en él. Se apunta a generar un conflicto entre las ideas intuitivas y los nuevos conocimientos, sobre la base de experiencias concretas y la interpretación de diversas situaciones, indagando acerca de los factores que intervienen en el punto de ebullición del agua. También se trabaja con la formulación de hipótesis provisorias y su contrastación en el transcurso de la clase para finalmente encontrar una aplicación del conocimiento construido.

Conocimiento Tecnológico Pedagógico del contenido. (TPACK) Surge de la interacción de los tres campos mencionados más arriba, en esta clase se utilizan recursos tecnológicos que no fueron creados para la enseñanza de la química, como por ejemplo la planilla de cálculo Excel, pero se le da un uso pedagógico al utilizarlo para registrar datos experimentales y la construcción de un gráfico para observar cómo se modifican las variables, lo mismo sucede con el video y las fotos narradas. Este último programa se utiliza además para hacer una síntesis de la secuencia a través de la elaboración de un instructivo para determinar a qué altura se encuentra una ciudad determinada.

Carpeta de actividades para los estudiantes

Actividad 1: Realización de una experiencia de laboratorio sencillo

Todos hemos calentado alguna vez un recipiente con agua. ¿Alguna vez pensaron qué pasa con la temperatura del agua mientras la estamos calentando? Discutan con su compañero o compañera si alguna de las siguientes opciones describe lo que con el agua y anoten sus respuestas en un documento de texto:

a) La temperatura aumenta hasta que no queda más agua en el recipiente.
b) La temperatura aumenta rápidamente hasta cierto valor y luego lo hace más lentamente.
c) La temperatura aumenta hasta cierto valor y luego no cambia más.
d) Otra opción (escríbanla)

¿Se pusieron de acuerdo? ¿Cómo podrían comprobarlo?

Diseñen una experiencia para poner a prueba sus ideas. Para ello disponen de los siguientes materiales: agua, probeta graduada, vaso de precipitados, mechero de Bunsen, tela metálica, trípode, soporte universal, aro con nuez, termómetro de laboratorio y un trozo de hilo o lana.

Hagan un registro fotográfico de todos los pasos que realicen.

¿Se obtuvieron los resultados que habían predicho?

¿Todos trabajaron con la misma cantidad de agua?

¿Todos tomaron los mismos datos?

Respondan las preguntas anteriores en el documento que han iniciado y escriban un párrafo explicando qué le pasa al agua cuando se la calienta.

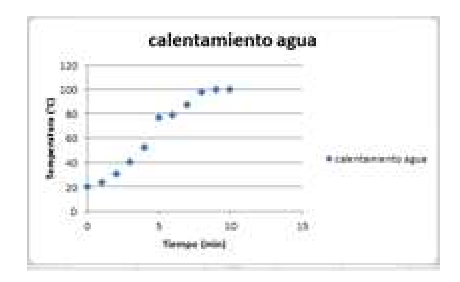
experimental y remarcar la necesidad de medir durante la realización de una experiencia y de tomar decisiones acerca de qué y cómo medir.

Actividad 2

1. Para estudiar de una manera más simple los datos que obtuvieron, acomódenlos en un gráfico.

Para eso, copien los valores de tiempo y temperatura en una planilla de cálculo y realicen el gráfico (eligiendo las opciones: tipo dispersión XY, de puntos).

Debería quedar **más o menos** de la siguiente forma, aunque no necesariamente coincidirán las coordenadas de los puntos:



2. Sobre el mismo gráfico inserten ahora las fotografías tomadas con la netbook, ubicando las imágenes una a una, con la precaución de colocarlas en el momento que les corresponde en el gráfico. Marquen la zona en la que el agua estaba hirviendo.

3. Peguen el gráfico en el documento de texto y escriban un nuevo párrafo que explique el resultado de su experimento, o sea, cómo se comporta la temperatura del líquido a lo largo de la experiencia. Para ello utilicen el gráfico construido por ustedes.

Respondan por escrito las siguientes preguntas:

4. ¿El comportamiento del agua al calentarse es como habían previsto?

5. ¿De qué manera la descripción coincide o no con sus predicciones?

6. ¿Qué piensan que hubiera cambiado en sus resultados si les hubiera tocado usar otra cantidad de agua?

Observen ahora los gráficos que hicieron sus compañeros y respondan en su archivo:

7. ¿En qué se parecen y en qué se diferencian al que hicieron ustedes?

8. Respecto del TIEMPO de los calentamientos:

a. Los equipos que calentaron menor cantidad de agua, ¿tardaron más, menos o el mismo tiempo que los demás en llevar el agua a ebullición?
b. ¿Y los equipos que trabajaron con mayor cantidad de agua?
c. Escriban un párrafo que relacione la cantidad de agua que se calienta con el TIEMPO que tarda en llegar a hervir.

9. Respecto de las TEMPERATURAS alcanzadas en los calentamientos:

d. Los equipos que calentaron menor cantidad de agua, ¿llegaron a una temperatura máxima mayor, menor o igual que los demás en llevar el agua a ebullición?
e. ¿Y los equipos que trabajaron con mayor cantidad de agua?
f. Escriban un párrafo que relacione la cantidad de agua que se calienta con cómo cambia la TEMPERATURA durante todo el experimento.

Actividad 3

¿Siempre que calienten agua sucederá lo mismo?, observen el siguiente video desde el minuto 0:38 hasta el minuto 8:20:

https://www.youtube.com/watch?v=JTL4dj3Gx1o

1. ¿Qué observan en el video respecto a la temperatura a la que hierve el agua en cada lugar?
2. Copien los datos de temperatura de ebullición y altura sobre el nivel del mar que se observan en el video. Pueden trabajar de a dos. Mientras en una computadora van observando el video, en la otra van copiando los datos en una planilla de cálculo.
3. Con los datos obtenidos realicen un gráfico que muestre cómo varía la temperatura en función de la altura.
4. ¿Qué observan en el gráfico?
5. ¿Siempre que se caliente agua a distinta altura sucederá lo mismo?
6. ¿Habrá otra variable que intervenga en la temperatura a la cual hierve el agua?
7. Formulen una hipótesis al respecto.

Actividad 4

1. Nosotros hemos realizado la experiencia que llevaron a cabo ustedes en la actividad 1 con chicos de otros lugares de nuestro país, que obtuvieron los valores que incluimos en la tabla que está a continuación:

Localidad	Temperatura de ebullición del agua pura (°C)
Bariloche (Rio Negro)	97,0
Catamarca	98,2
Jujuy	95,6
Malargüe (Mendoza)	95,1
Salta	96,0
San Luis	97,6
Tucumán	98,5
Ushuaia	99,8

¿A qué piensan que pueden deberse las diferencias entre los valores de temperaturas de ebullición?

¿Podrían relacionarlo con el video que observaron? ¿Y con el gráfico que construyeron?

¿Qué podrían decir de las ciudades donde viven esos estudiantes?

El comportamiento que observan en la Tabla de arriba, o sea, el cambio de punto de ebullición con la altura, fue observado por Francisco Caldas, a fines del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII. Caldas era un estudioso americano, que nació en el actual territorio de Colombia. En la accidentada geografía de la zona, Caldas midió muchas veces y en distintos lugares el punto de ebullición del agua, y registró estos valores:

Altura sobre el nivel del mar	Altura del barómetro	Punto de ebullición del agua	
		Termómetro centígrado	Termómetro Réaumur
Metro	Metro		
0	0,7620	100º,0	80º,0
1000	0,6792	97,1	77,7
2000	0,6050	94,3	75,4
3000	0,5368	91,3	73,0
4000	0,4741	88,1	70,5
5000	0,4182	84,7	67,7
6000	0,3674	81,0	64,8
7000	0,3203	77,0	61,6

La tabla que figura más arriba es una copia del registro original que hizo Caldas, donde la temperatura del agua aparece en grados Celsius (también llamados centígrados) y en otra escala, llamada de Réaumur (Termómetro Réaumur), que era de uso frecuente en ese momento.

Consigna

¿A qué podrían deberse las diferencias encontradas en los puntos de ebullición medidos a distintas alturas?

¿Qué ocurre con la presión atmosférica a medida que aumenta la altura? Utilizando la tabla de Caldas y la animación que hallarán en http://www.educaplus.org/play-142-Propiedades-de-la-atm%C3%B3sfera.html

Expliquen los resultados del mismo experimento realizado en las diferentes localidades.

De la Tabla de Caldas, sólo necesitarán las columnas correspondientes a *Altura sobre el nivel del mar* y *Termómetro centígrado*.

Actividad de Integración

En relación con nuestra historia:

El 19 de enero de 1817 se inició la gesta más heroica de las guerras de la independencia en la futura Argentina: el General Don José de San Martín, al mando del Ejército de los Andes, organizó el cruce de la cordillera de los Andes. Para ello, previamente realizó una gran tarea de inteligencia con el fin de determinar cuáles eran los pasos más seguros y rápidos, enviando al ingeniero Álvarez Condarco, quien memorizó los datos por si fuera capturado por el enemigo. En aquella época, los relevamientos de terreno, medición de alturas y

predicciones climáticas eran realizadas por científicos llamados "cosmógrafos", dada la amplitud de sus áreas de conocimientos.

La información más necesaria para realizar el cruce era la referida a la altura, ya que a mayor altitud aumentaban la probabilidad de sufrir una dolencia llamada "mal de altura", y sería mayor la exigencia física para hombres y animales.

Pero... ¿cómo se medía la altura de las montañas? Recuerden que en esa época existían muchos menos instrumentos de medición que los que tenemos ahora.

Utilizaban varios métodos:

a) Teniendo un dato aproximado de la pendiente de la montaña y midiendo las distancias recorridas, se estimaba la altura haciendo cálculos trigonométricos.
b) Los cosmógrafos establecían relaciones entre la presencia de nieve y la altura de las montañas.
c) Los cosmógrafos elaboraban gráficos relacionando la altura con la presión atmosférica y ésta con el punto de ebullición del agua.

Como si fueran los compañeros de San Martín preparando el cruce con el Ejército de los Andes, elaboren un gráfico en la planilla de cálculo de la altura en función del punto de ebullición del agua pura, utilizando la tabla de Caldas, tal como lo hicieron con los datos del video.

Después de realizado el gráfico elaboren un instructivo sobre cómo utilizarlo para determinar la altura de un lugar. Para esto pueden utilizar el programa Fotos Narradas (lo pueden descargar de http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=11132) o su análogo Luokotka, para Huayra y otras distribuciones de Linux http://loukotka.softonic.com/linux/descargar#downloading.

Bibliografía

KIND, V. (2004) Más allá de las apariencias, Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos de química, Aula XXI, Santillana, México

CAAMAÑO, A (2007), La enseñanza y el aprendizaje de la química, en Enseñar ciencias, pp. 203-226, Grao, España

CLAUDIO PIEDRAS, S. y LOPEZ MOTA, A, Universidad Pedagógica Nacional. México, XI Congreso Nacional de Investigación Educativa, “Elementos para el diseño de una estrategia didáctica relacionada con la construcción de un modelo cinético escolar sobre los cambios de estado de la materia”, ponencia

DRIVER, R; GUESNE, E y TIBERGHIEN, A (2° reimpresión 1996), Ideas científicas en la infancia y adolescencia, cap. VIII, Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.

GARCÍA GARCÍA, J. J., & PERALES PALACIOS, F. J. (2013). ¿Afectan los usos didáctico y científico de las gráficas cartesianas a su comprensión? Un estudio con estudiantes de bachillerato y universidad. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*.

MORALES PÉREZ, R. W., & MANRIQUE RODRIGUEZ, F. A. (2011). Formación de profesores de química a partir de la explicación de fenómenos cotidianos: una propuesta con resultados. *Revista Eureka sobre Enseñanza y DIVULGACIÓN de las Ciencias*, *9*(1).

ALBIS GONZALEZ, V y MARTINEZ CHAVANZ (2000) “Las investigaciones metodológicas de Caldas”, revista Meteorología Colombiana, pp. 131-140

CORCHUELO MORA, M (2001) De la hipsometría de Caldas. Doscientos años después. Revista colombiana de Física, vol. 33 N° 2 pp. 276-279

PIGNA, F (2004) Los Mitos de la Historia Argentina 2, pp. 15-72

SAN MARTIN, J de; Luqui -Lagleyze comp. Instituto Nacional Sanmartiniano (2013) Documentos para la Historia del Libertador General San Martín.

Secuencia didáctica N°5. Doctor metabolito

Sinopsis

Esta secuencia didáctica está diseñada como una introducción al concepto de transporte de moléculas de oxígeno a través del sistema circulatorio y a la importancia de estas moléculas como sustrato de la respiración celular.
Se trabaja sobre el análisis de un caso clínico hipotético, en el cual un paciente visita a su médico, el Dr. Metabolito, para resolver sus síntomas de cansancio.
A lo largo de la secuencia didáctica se invita a los estudiantes a acompañar al Dr. Metabolito en su tarea de comprender las causas del malestar del paciente. Para seguir este recorrido se utilizan distintas herramientas didácticas, como la lectura de textos específicos del área de ciencias naturales y el uso y la construcción de modelos.
La secuencia se estructura alrededor del transporte de oxígeno a las células, situándose en el análisis de una enfermedad en la que se manifiesta una falta de energía a nivel del organismo cuando esta sustancia no llega en cantidad suficiente a las células. De esta manera, se intenta dotar de sentido causal a la relación entre una experiencia cotidiana, del orden fenomenológico (la sensación de cansancio), y lo que ocurre en el interior de las células.

En esta secuencia didáctica se utiliza como recurso tecnológico el programa Scratch, que está diseñado para introducir a los jóvenes en el uso de lenguajes de programación.

La clase tiene una duración aproximada de 120 minutos

Descripción general de la secuencia didáctica

En primer lugar, se presenta el caso de un paciente que visita al Dr. Metabolito debido a que presenta síntomas de cansancio. El doctor Metabolito le indica realizarse estudios de sangre. Los estudiantes son invitados a analizar dichos estudios y encontrar posibles causas de los síntomas del paciente. Los estudios de sangre muestran bajos valores de glóbulos rojos.
Luego, el doctor Metabolito consulta una fuente bibliográfica para interpretar los resultados anteriores. Los estudiantes recorren dicha bibliografía con el objeto de utilizar la información para interpretar los análisis.
Las siguientes actividades de la secuencia didáctica se desarrollan para acompañar a los estudiantes en la interpretación y la comprensión significativa del texto. Primero, se les propone analizar dos analogías del transporte de oxígeno en el sistema circulatorio presentadas en forma de animación y elegir la que mejor se ajusta al contenido abordado por el texto. Luego, se les sugiere discutir las carencias de las analogías y a pensar formas de mejorarlas. Finalmente, se los invita a mejorar alguna de las analogías utilizando como plataforma el programa Scratch.
Una vez terminada esta propuesta, se retoma el problema inicial del paciente del Dr. Metabolito y se les pide a los estudiantes que elaboren hipótesis que expliquen los síntomas del paciente.
La secuencia didáctica incluye una propuesta de evaluación en la cual los estudiantes deben proponer explicaciones a los cambios fisiológicos que ocurren en el cuerpo, como aumento de la frecuencia respiratoria y cardíaca, cuando una persona realiza actividad física como correr o trotar.
Esta clase aborda uno de los aspectos de la ventilación pulmonar y es un inicio para profundizar sobre la respiración celular. Es necesario tener en cuenta que, de no proseguir con el estudio de los otros elementos de la respiración celular, podría quedar establecida, en los estudiantes, una idea de equivalencia entre oxígeno y energía, pues la clase no se enfoca al el rol del oxígeno en la respiración celular sino en los efectos clínicos de su baja concentración en sangre.

Objetivos

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- Identificar el rol del sistema circulatorio en el transporte de oxígeno desde los pulmones a las células.
- Relacionar los síntomas fisiológicos de un organismo y los factores a nivel celular que los causan.
- Establecer una relación entre la llegada del oxígeno molecular a las células y el estado energético de un individuo.
- Relacionar las variaciones de las frecuencias respiratoria y cardíaca con las necesidades energéticas del individuo.
- Utilizar una herramienta de programación en el desarrollo de un modelo escolar, para profundizar el conocimiento de un proceso fisiológico.

Contenidos en relación con los NAP.

Según los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios definidos por el Consejo Federal de Educación de la República Argentina en el año 2011, la escuela debe promover en estudiantes del ciclo básico de la educación secundaria:

- La elaboración de conclusiones a partir de las observaciones realizadas o de la información disponible, dando explicaciones o interpretando un fenómeno a partir de un modelo científico pertinente.

- La caracterización de la función de relación en los seres vivos, autorregulación y control, asociada con los cambios en los ambientes interno y externo.

Contenidos previos

Para poder transitar esta secuencia didáctica es requisito que los estudiantes hayan logrado construir un modelo de célula como unidad funcional y estructural de los seres vivos. Asimismo es importante que hayan tenido una aproximación a los distintos niveles de organización de los seres vivos, ya que en esta secuencia se trabajan elementos de los niveles molecular, celular, tisular y organísmico.

Aspectos a considerar en la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos que aborda la clase.

La clase aborda aspectos del aprendizaje relacionados con el transporte de moléculas de oxígeno y la respiración celular. Los siguientes son, según la bibliografía consultada, los obstáculos y dificultades más frecuentes a la hora de abordar los objetivos de esta secuencia didáctica. Si bien están separados en ítems para facilitar la comprensión, es necesario notar que todos los puntos desarrollados se encuentran relacionados entre sí.

Respecto a la importancia de manejar la noción de corpuscularidad de una materia para comprender de forma significativa la función biológica del oxígeno, según Tamayo y Samarini (2002), afirman que para entender los procesos químicos que ocurren dentro de la célula durante la respiración celular, es necesario que los estudiantes comprendan en profundidad la naturaleza corpuscular de la materia. Si esto no ocurre los estudiantes encuentran una barrera para comprender cómo los procesos microscópicos influyen a nivel del organismo. Para que el estudiante logre hacer el pasaje de un nivel de organización microscópico y macroscópico, es fundamental que comprendan la corpuscularidad de la materia.

Tamayo (Tamayo et. al. 2002), al estudiar las representaciones erróneas sobre el lugar dónde ocurre la respiración celular, encuentra que los

estudiantes suelen presentar una escasa comprensión del lugar donde se realiza la respiración celular en el organismo, situándolo en diferentes órganos del cuerpo. En esta línea, Zaforas (1991) menciona que los estudiantes suponen que la respiración celular ocurre en un conjunto especializado de células que se encargan de la obtención de energía. Por lo general mencionan que este proceso ocurre en células del pulmón, branquias, tráqueas, hojas, raíces como órganos especializados en la obtención de energía (Cañal, 1990; Songer y Mintzes, 1994; Carignato y Caldeira, 2000; Charrier y Obenat, 2001; Alparsian et al., 2003).

La dificultad mencionada en el punto anterior hace referencia a la posibilidad de entender que la respiración celular ocurre dentro de las células. La respiración suele ser vista por los alumnos como el intercambio de gases en los pulmones, y no como un proceso metabólico intracelular. Esta dificultad se relaciona directamente con otra encontrada con mucha frecuencia en la literatura. Banet y Nuñez y Tamayo (Banet y Nuñez 1990, y Nuñez y Banet 1996 y Tamayo, 1999) resaltan la tendencia de los estudiantes a referirse a la respiración como intercambio de gases y no como proceso metabólico. Este supuesto implica que las plantas, por ejemplo, al no tener sistema respiratorio, no respiran. (Oscar Eugenio Tamayo Alzate et al., 2008)

Distintos autores señalan que, en general, los estudiantes no vinculan, o lo hacen incorrectamente, la respiración celular y la obtención de energía (García Zaforas, 1991; Charrier Melillán y Obenat, 2001). Los estudiantes no logran comprender, de forma significativa, que el proceso de respiración celular es la principal fuente de energía de un organismo completo. Esta dificultad impide que los estudiantes conecten los procesos que ocurren a nivel celular y sus consecuencias en el organismo.

Muchos estudiantes no vinculan los sistemas respiratorio y circulatorio en relación al transporte de oxígeno desde y hacia las células. Los modelos conceptuales que ellos construyen suelen caracterizarse por no identificar en forma adecuada el papel del sistema circulatorio en los procesos de respiración y digestión (Nuñez y Banet , 1996). Y entre éstas, la comprensión de las relaciones entre el proceso de respiración y circulación presenta más dificultad para los estudiantes que la comprensión de las relaciones entre digestión y circulación (Oscar Eugenio Tamayo Alzate et al., 2008).

Respecto a la vinculación entre los elementos que hacen a la representación mental de los estudiantes acerca de la función biológica del oxígeno, algunos autores señalan la importancia de los aspectos cognitivo-lingüísticos. Sostienen que para lograr una comprensión cabal del fenómeno, los estudiantes deben ser capaces de vincular correctamente las distintas proposiciones que constituyen su modelo mental: identificar las variables intervinientes así como sus relaciones en un esquema de causalidad (Tamayo y Sanmartí, 2002). Para poder distinguir los procesos microscópico y macroscópico y comprenderlos, es necesario conocer aquellos procesos ocurriendo en la interfase de estos niveles. El efecto de predecir por ejemplo un paro respiratorio involucrará conocer la relación entre el sistema

respiratorio y circulatorio, y en última instancia las consecuencias de la interrupción en el ingreso de oxígeno a las células y las mitocondrias.

Actividad 1: Planteo del problema

Consigna para los/las estudiantes

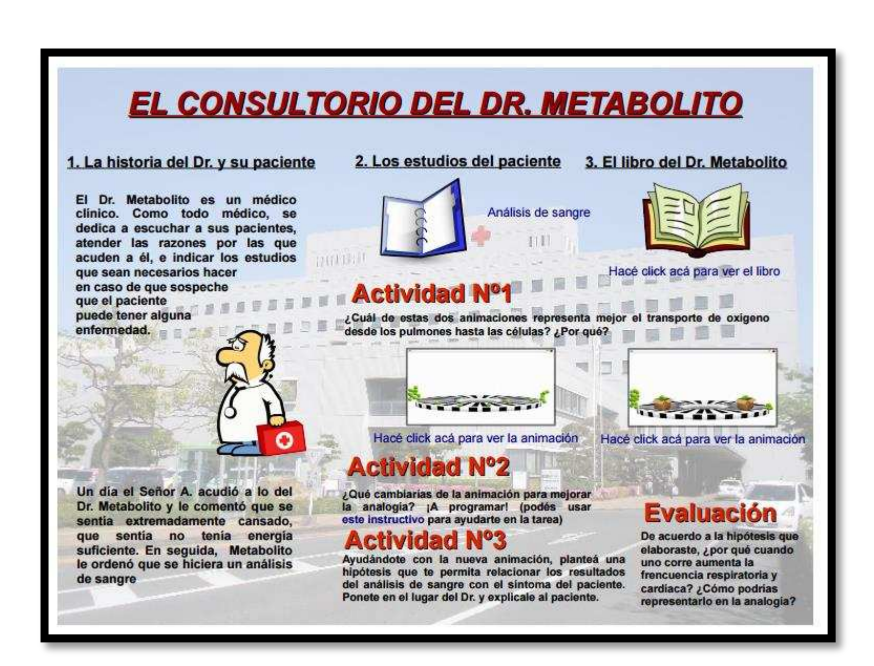
La secuencia se estructura alrededor de una infografía. La misma contiene las distintas actividades y consignas de la clase así como enlaces a otros documentos utilizados.

Sugerimos, para la realización de esta secuencia, que los estudiantes trabajen en parejas.

1. Abran el archivo ConsignaMetabolito.pdf y lean el punto 1.



Al terminar de leer el punto 1, sugerimos que el docente aclare a los estudiantes, que recorrerán de manera ficticia el camino del Dr. Metabolito para tratar de explicar la fatiga que padece su paciente.



Descripción de la actividad

La infografía que los estudiantes abrieron contiene todo el recorrido de la secuencia didáctica. La primera actividad es el puntapié inicial que pone en

situación a los estudiantes para que luego, al transitar la secuencia, sean capaces de responder y analizar la problemática que da comienzo a la clase.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad presenta el problema disparador de la secuencia didáctica. Introduce la posible relación entre un hecho observable a simple vista como es el cansancio, con factores fisiológicos desconocidos por el médico que deben ser investigados. Este es el primer paso para superar la incorrecta o nula vinculación entre la respiración y la obtención de energía que suelen presentar los estudiantes.

Estrategias TIC utilizadas

La infografía que ofrecemos sirve como soporte para la clase en la que se integran las consignas, junto con imágenes y enlaces hacia los distintos documentos que se usan en la secuencia. Esta infografía organiza la clase, ya que asocia cada actividad con los documentos y programas necesarios para transitar la secuencia. De esta forma los estudiantes pueden trabajar de forma relativamente autónoma y en un entorno ameno y motivador.

Actividad 2

Consigna para los/las estudiantes

1. Abran el archivo analisissangre.pdf

2. Abran un archivo de texto y respondan: ¿Hay algún parámetro que esté por fuera de los valores de referencia que están expresados en la columna derecha del resultado de los análisis?

Descripción de la actividad

Los estudiantes estarán frente al análisis de sangre del paciente del Dr. Metabolito y tendrán que evaluar los diferentes parámetros que aparecen. La intención es que puedan detectar que el paciente tiene menor cantidad de glóbulos rojos de lo esperable.

Examen: Hemograma			
Parámetros	Unidades	Resultado	Valores de referencia
Glóbulos rojos	M/ul	3	4,6-6
Glóbulos blancos	K/ul	8,2	4,5 - 11,5
Plaquetas	K/ul	200.000	160.000-525.000

Examen: Glucemia	Unidades	Resultado	Valores de referencia
Glucosa en sangre	mg/dl	93	60-110

Examen: Urea	Unidades	Resultado	Valores de referencia
Urea en sangre	mg/dl	31	15-50

Examen: Creatinina plasmática	Unidades	Resultado	Valores de referencia
Creatinina en sangre	mg/dl	1,1	0,6-1,3

Examen: Ionograma en sangre	Unidades	Resultado	Valores de referencia
Sodio plasmático	mEq/L	140	135-145
Potasio plasmático	mEq/L	4,8	3,5-5

Abreviaturas: M/ul, millones por microlitro; K/ul: miles/microlitro; mg/dl: miligramos por decilitro; mEq/L: miliequivalentes por litro



Para lograr una mejor comprensión del análisis, sugerimos comentar que en un análisis de sangre se analizan distintos aspectos de su composición, comparándolos con los valores más comunes en las personas sanas; cuando algún factor toma valores por fuera del rango normal, podría ser indicio de una enfermedad.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

Esta actividad permite a los estudiantes relacionar un factor fisiológico, la cantidad de un tipo particular de células (glóbulos rojos), con un fenómeno cotidiano que todos hemos sentido alguna vez, como es el cansancio. Esto potencia en los estudiantes la significatividad de los conceptos abordados, ya que, construyen saberes complejos a partir de percepciones frecuentes de su vida. A su vez, al presentar un análisis de sangre para ser analizado, se aproxima a los estudiantes a establecer una primera interpretación del rol del sistema circulatorio en relación al sistema respiratorio y al proceso de respiración celular.

Actividad 3
Consigna para los/las estudiantes

1. Para poder acceder a las fuentes a las que accedió el Dr. Metabolito Abran el Libro del Dr. Metabolito (libro.ppsx). Este texto contiene información útil para entender la enfermedad del paciente del Dr. Metabolito. Lean el texto con detenimiento y anoten en el archivo de texto aquellos elementos que permitan esclarecer cuál es la implicancia de que el paciente tenga los parámetros en los valores que arrojó el análisis de sangre.

Descripción de la actividad

En esta actividad los estudiantes leen el texto que decide consultar el Dr. Metabolito para poder analizar los estudios de sangre de su paciente.

El objetivo es que los estudiantes analicen el texto para poder pensar si hay alguna relación entre los síntomas del paciente y los resultados del análisis de sangre.



Es importante que los estudiantes lean atentamente el texto, que será insumo para una actividad posterior.

Para pasar a la siguiente actividad, aconsejamos pedirles a los estudiantes que en una netbook se mantenga abierto el libro del Dr. Metabolito, y que en la otra se pase a la actividad.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

En esta actividad se presenta un texto con el contenido conceptual que los estudiantes abordarán y analizarán a lo largo de la clase. De esta manera, los estudiantes pueden acercarse al contenido como parte de una estrategia que le permita resolver una situación problemática anterior, cargando de significado los conceptos a abordar. En relación a la dificultad por la cual los estudiantes no logran identificar el sitio donde ocurre la respiración celular, aquí se presenta un primer acercamiento a la idea de que el oxígeno es transportado por la sangre desde su incorporación en el organismo a través de los pulmones, hasta
Las células de todo el cuerpo en las que participará en los procesos de obtención de energía.

Estrategias TIC utilizadas

El libro del Dr. Metabolito cuenta con un texto y con imágenes dinámicas. Esta herramienta TIC permite que la lectura se complemente con recursos visuales que vehiculizan información relevante de manera interrelacionada y que resultan de utilidad para abordar el aspecto dinámico de los fenómenos fisiológicos para que los estudiantes puedan reinterpretar su lectura a partir de la imagen dinámica, y viceversa (reinterpretar la imagen dinámica a partir de la lectura).

Actividad 4

Consigna para los/las estudiantes

En el archivo de texto que abrieron previamente, contesten:

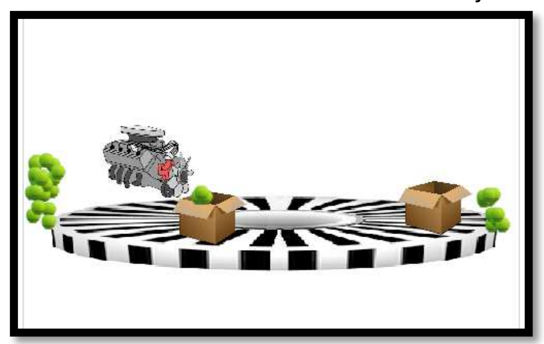
1. ¿Cuál de estas dos animaciones representa mejor el transporte de oxígeno desde los pulmones hasta las células? ¿Por qué? Escriban un párrafo que explique el transporte de oxígeno desde los pulmones a las células basándose en la analogía que eligieron.

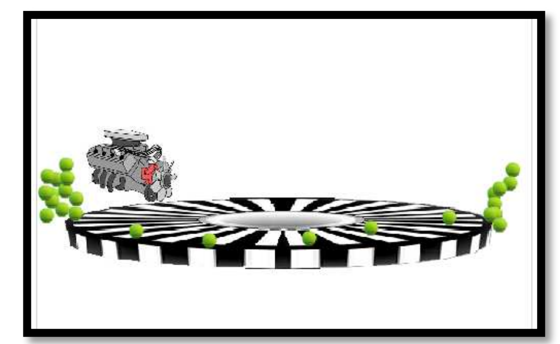
2. Escriban otro párrafo en el cual expliquen por qué la otra analogía no les parece adecuada.

3. Abran la tabla (consignatabla.odt) y completen los espacios vacíos teniendo en cuenta la correspondencia entre las partes de la animación y el proceso que se quiere representar.

Descripción de la actividad

Una vez que los alumnos terminan de leer el texto de consulta del Dr. Metabolito, se presentan dos animaciones que representan parte del contenido del mismo. Estas son modelos para representar la circulación del oxígeno a través del sistema circulatorio desde los pulmones hasta las células. La primera, muestra pelotas de tenis transportadas por una cinta transportadora desde un extremo a otro. El segundo modelo muestra el transporte de las mismas pelotas de tenis, pero, en este caso, se encuentran dentro de unas cajas.





Los estudiantes deben elegir cuál de las dos animaciones les parece más correcta para modelar los conceptos leídos en la actividad anterior en el texto del Dr. Metabolito. Se ofrece a los estudiantes una tabla (tabla.odt) para que comparen cada elemento de la analogía con los que aparecen en el texto.

Elemento de la representación	Elemento del fenómeno representado

Elemento de la representación	Elemento del fenómeno representado

Se espera que los estudiantes elijan la segunda animación por ser más completa. En ambas animaciones se pueden observar las pelotas de tenis representando el oxígeno, el motor representando al corazón y el camino, la sangre. En la segunda animación se han agregado cajas que contienen las pelotas, las cuales representarían a los glóbulos rojos.

El objetivo de esta actividad es potenciar en los estudiantes una interpretación significativa del texto leído, el cuál puede resultar complejo al ser el primer acercamiento al tema trabajado durante la secuencia didáctica.
.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

En esta actividad los estudiantes ven y analizan animaciones sobre el transporte de oxígeno a través del sistema circulatorio. Al determinar la correspondencia entre el modelo y el proceso que se lleva a cabo en el cuerpo humano, los estudiantes analizarán el rol de cada una de las partes de la animación, las cuales representan elementos y actividades propias del sistema respiratorio, del sistema circulatorio y de las células. De esta forma se busca que logren comprender la relación entre estos. Por otro lado, en esta actividad los estudiantes deben elegir la analogía que más se ajusta al fenómeno descripto en el texto, por lo cual se espera que logren identificar el rol de los glóbulos rojos en el proceso de transporte de oxígeno.

Estrategias TIC utilizadas

Durante esta actividad se utilizan animaciones para modelar el transporte de oxígeno a través del sistema circulatorio. El uso de animaciones para representar procesos que son dinámicos y que implican cambios en el tiempo, se constituyen en una forma de representación más adecuada que las imágenes estáticas o fotografías.

Actividad 5

Consigna para los/las estudiantes

1. ¿Qué cambiarían de la animación para mejorar el modelo? escriban un párrafo en el archivo de texto que explique las limitaciones de esta analogía, es decir, aquellos elementos que aparecen en el modelo científico descripto en el libro, pero que no aparecen representados, o aparecen mal representados en la animación.

2. ¿Qué les parece que puede representar la vuelta de las cajas al punto de partida?

¿Qué les parece que puede representar la fuente de pelotitas? ¿Y el sumidero de las mismas?

Respondan estas preguntas en el archivo de texto

3. Prueben hacer una de las modificaciones para mejorar la animación. Para poder hacerlo, abran el archivo instructivo.odt para que aprendan a programar en el Scratch. Luego, agreguen o modifiquen las instrucciones del programa de modo que, por ejemplo, las cajas vuelvan por la parte trasera de la cinta transportadora.

Descripción de la actividad

En este momento de la clase los estudiantes buscarán mejorar el modelo que seleccionaron. Para esto, discutirán las modificaciones a realizarle. Luego, usando el programa Scratch modificarán la animación para construir, en función de lo discutido, un modelo más completo.
La idea es que los estudiantes identifiquen que las cajas, en lugar de terminar en un extremo, deberían volver (por la otra mitad de la cinta transportadora).

Se pregunta a los estudiantes qué hecho biológico representa el regreso de las cajas, y qué partes representan la fuente y el sumidero de pelotitas.

Una vez que se plantea la necesidad de que los estudiantes completen el recorrido de las cajas, se muestra que para realizar esto es necesario utilizar el software “Scratch”.



Scratch es un entorno de programación orientada a objetos: es decir que el programa permite dar instrucciones a distintos objetos de forma tal, que al ejecutarse estas instrucciones, los objetos respondan comportándose según esos comandos. Para introducir a los alumnos al uso de este programa, en primer lugar se describe la plataforma, las distintas ventanas, los objetos animados, y los comandos que se utilizarán.

Al final de esta secuencia está el instructivo para los estudiantes. Este tutorial permite que los alumnos se familiaricen con algunos comandos del programa que luego les permitirán modificar la analogía. Además de presentar los comandos necesarios para trabajar, el tutorial incluye un análisis de la lógica utilizada para programar una de las animaciones

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

En esta actividad los estudiantes modifican una de las analogías sobre el transporte de oxígeno a través del sistema circulatorio. Al determinar las limitaciones de la analogía y luego agregar el regreso de las cajas al punto de partida, se espera que los estudiantes profundicen su comprensión acerca del rol que juega el sistema circulatorio en el transporte de oxígeno desde los pulmones a las células, con los glóbulos rojos como protagonistas fundamentales de este proceso. La determinación de las limitaciones de la analogía por parte de los estudiantes es también un elemento que permite la evaluación por parte del docente de la comprensión que los estudiantes tienen sobre el fenómeno analogado. Si no hubiera detección de limitaciones, entonces se puede establecer que hay elementos del fenómeno que no están siendo comprendidos

Estrategias TIC utilizadas

La programación en **Scratch** tiene un enorme potencial para desarrollar diferentes actividades con los estudiantes. Al ser un software con una interfaz amigable e instrucciones relativamente sencillas, permite la rápida apropiación de la herramienta por parte de los estudiantes. En este caso en particular, este programa se utiliza para modificar una analogía animada. En general las animaciones que representan fenómenos son difíciles de ser modificadas por los estudiantes, por lo que el grado de interactividad que permiten es limitado. Por lo tanto, se espera que los estudiantes logren una

mayor apropiación de la analogía y del fenómeno en estudio al permitirles moldear la animación para ajustarla mejor al fenómeno.

Actividad 6

Consigna para los/las estudiantes

Ayudándose con la nueva animación, planteen una hipótesis que les permita relacionar los
resultados del análisis de sangre con el síntoma del paciente.
Pónganse en el lugar del Dr. Y explíquenle al paciente.
Escríbanlo en el archivo de texto.

Descripción de la actividad

En esta parte de la secuencia didáctica se le pide estudiantes que elaboren una hipótesis que les permita explicar las bases de los síntomas de agotamiento del paciente del Dr. Metabolito. Para elaborar esta hipótesis los estudiantes utilizan la analogía construida en la parte anterior de la secuencia.

Se espera que los estudiantes deduzcan, a partir del uso de la analogía, que el paciente tiene menos glóbulos rojos, y que por eso sus células no reciben un aporte suficiente de oxígeno (en la analogía se vería como un menor transporte de pelotitas, porque hay menos cajas disponibles). La relación que se espera que los estudiantes generen es que la falta de oxígeno en las células podría ser la causa de la falta de energía que manifiesta el paciente.

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

En esta actividad se intenta que los estudiantes, mediante la elaboración de hipótesis, relacionen la llegada del oxígeno a las células con la generación de energía por parte de las mismas. De esta manera, lograrían vincular el oxígeno con las células y con la obtención de energía, y así identificar el lugar donde ocurre la respiración celular.

Estrategias TIC utilizadas

En esta actividad nuevamente se utiliza el análisis y la modificación de una animación mediante el uso del programa Scratch como estrategia TIC para abordar el tema. La animación modela el proceso de transporte del oxígeno a través de sistema circulatorio. A la vez, no es una animación cerrada sino que los mismos alumnos reflexionan sobre la misma, la modifican y mejoran para que se ajuste mejor al proceso que representa. Esta nueva animación que

ahora es producto de las modificaciones por parte de los estudiantes, realizada a partir de las limitaciones encontradas, ahora puede ser utilizada como herramienta para explicar algo que no se muestra en la animación, pero que puede ser deducido a partir de la correcta vinculación entre la analogía y el fenómeno en estudio.

Actividad 7

Consigna para los/las estudiantes

1. De acuerdo a la hipótesis que elaboraron al finalizar la clase, respondan la siguiente pregunta, ¿por qué cuando uno corre aumenta la frecuencia respiratoria y cardíaca? ¿Cómo podrían representarlo en la animación? Redacten un párrafo en el archivo de texto para resolver estas consignas.

Descripción de la actividad

Esta actividad es una propuesta de evaluación en la que se pone en juego la comprensión por parte de los alumnos de los temas trabajados. En esta actividad los alumnos deben interpretar una nueva manifestación a nivel macroscópico de la respuesta fisiológica del organismo. Para lograr hacer esta interpretación es necesario que los alumnos hayan comprendido durante la secuencia didáctica el funcionamiento y la importancia del transporte de oxígeno a través del sistema circulatorio y su relación con el estado energético del individuo.

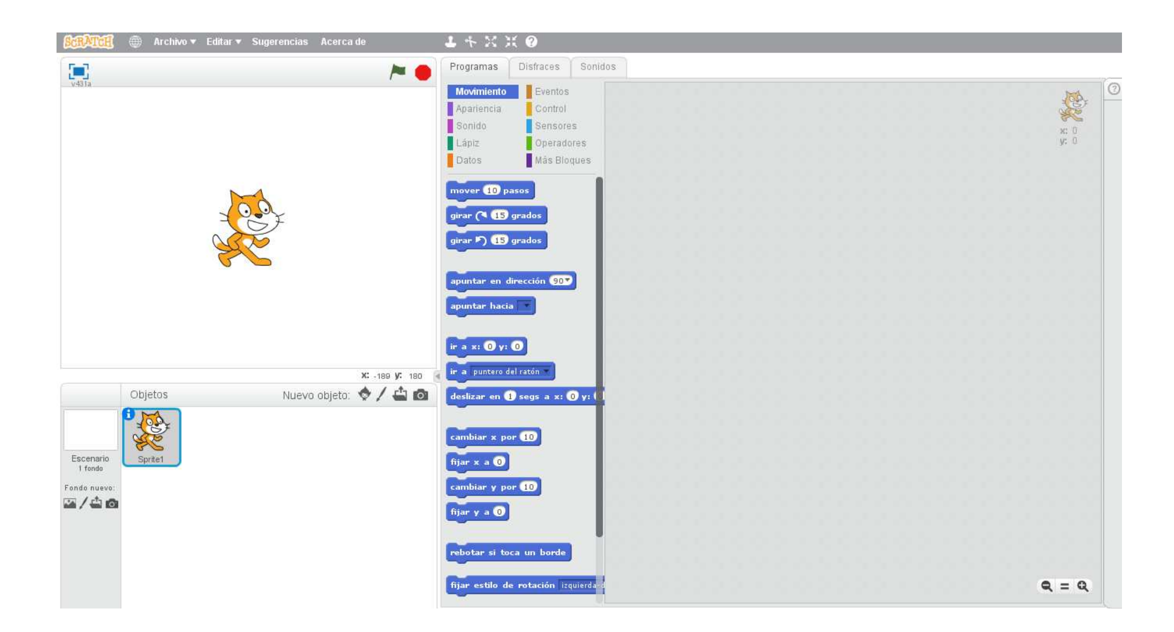
Para responder esta actividad los alumnos deben contrastar la hipótesis que realizaron al finalizar la clase con un nuevo fenómeno fisiológico. Se espera que los alumnos respondan que la frecuencia respiratoria y cardíaca aumenta porque se necesita más oxígeno en la célula, debido a la mayor demanda de energía del organismo. En relación a la analogía, se espera que los alumnos enuncien que para representar este fenómeno en la analogía, debería aumentar la velocidad con que se mueven las cajas (podrían sugerir que se produzcan más cajas a o que carguen más pelotas cada una. Estas últimas respuestas también serían coherentes en relación a los modelos mentales que hayan construido los estudiantes y pueden convertirse en un puntapié para la profundización de este tema).

Cómo ayuda esta actividad a resolver dificultades en el aprendizaje del tema

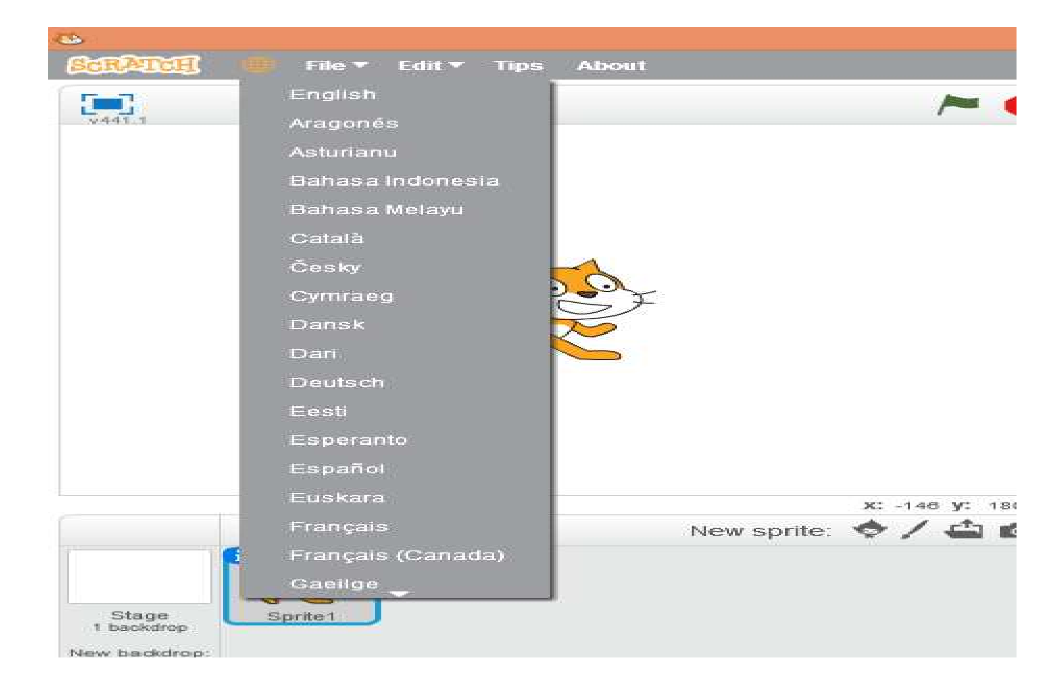
En esta actividad se espera que los estudiantes pongan en juego la validez de la hipótesis generada en la actividad anterior, y que puedan constatar si esa hipótesis generada les permite explicar otros fenómenos de la vida cotidiana. Se espera con esto reforzar la comprensión de los estudiantes de la vinculación entre la respiración y la obtención de energía. Con esto se espera que los estudiantes profundicen y vinculen las nociones de ventilación, respiración y obtención de energía.

Instructivo

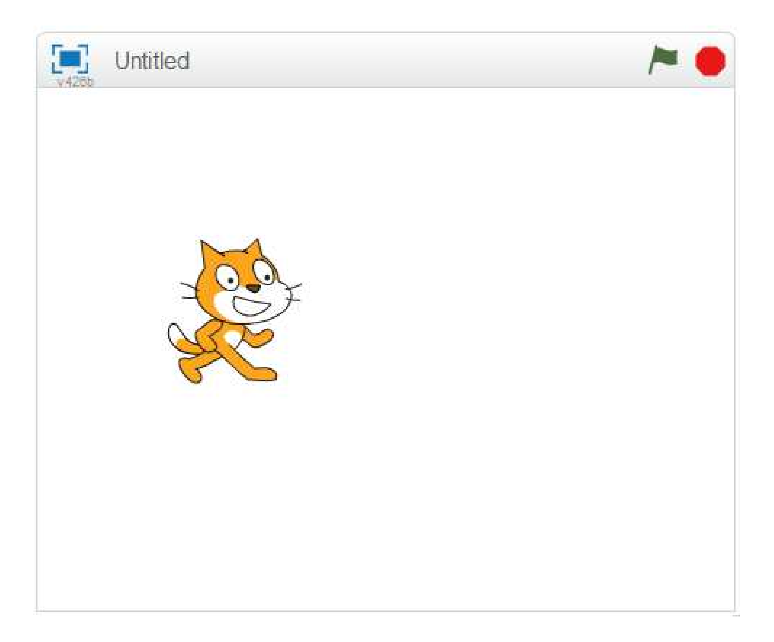
1. Abran el programa Scratch. Como se ve en la figura, el programa tiene tres ventanas básicas: una que muestra la animación, una que muestra los objetos que se utilizarán, y una tercera de programas, que incluye las instrucciones definidas para cada objeto.



2. Configuren el idioma en español.



En la ventana que muestra la animación se ve un objeto que aparece por defecto: una caricatura de un gato.



Para animarlo, se le deben dar instrucciones en el menú programa.
Las instrucciones se pueden anidar en bloques, siguiendo reglas sintácticas.

3. Comiencen por el botón que indica:



Que da la pauta para empezar la animación desde el momento en que se presiona este botón. Si se desea que el objeto se desplace hacia la derecha, en el menú de movimiento se puede usar la función:



Los argumentos de la función son: el tiempo en que se desea que transcurra la acción, y las coordenadas hacia donde se pretende que se mueva el objeto.

se debe tener en cuenta que las coordenadas son las que corresponden al objeto que se está animando:



Notar que si se presiona una segunda vez la bandera verde, el objeto ya no se desliza hacia donde fue enviado, pues ya se encuentra en ese lugar. Entonces se puede poner antes de esta instrucción, otra instrucción de movimiento, de modo que siempre que se presione la bandera verde el objeto empezará desde la posición elegida:

al presionar
ir a x: 0 y: 0
deslizar en 3 segs a x: 100 y: 0

Si se desea que luego de esa acción el objeto se deslice hacia abajo, se puede agregar otra instrucción para que se deslice en esa dirección:

```
al presionar [bandera]
ir a x: 0 y: 0
deslizar en 3 segs a x: 100 y: 0
deslizar en 3 segs a x: 100 y: -100
```

4. Abran ahora el archivo **concajas.SB2**

Para la pelota “Tennis ball”:

```
al presionar [bandera]
repetir 10
    esperar 1 segundos
    crear clon de este objeto
    esperar 8 segundos
```

El comando **repetir** indica que lo que incluya adentro se iterará a lo largo de la animación. En este caso el bloque indica: esperar 1 segundo, **crear un clon** de la pelota, esperar 8 segundos, y volver a empezar el proceso.

Los comandos que rijan el comportamiento del clon, que es una copia del objeto, deben incluirse en un bloque propio para el clon, que se encabeza con la función: **cuando comience como clon.**

```
cuando comience como clon
enviar al frente
deslizar en 1 segs a x: -160 y: 50
deslizar en 3 segs a x: 0 y: 28
deslizar en 3 segs a x: 159 y: 49
deslizar en 1 segs a x: 220 y: 10
```

En el caso de la caja, se crean dos, para una de ellas se crea un clon una vez que la caja llega al sumidero. Para la “Caja 4”:

```
al presionar [bandera]
repetir (10)
    ir a x: (-159) y: (-4)
    esperar (2) segundos
    deslizar en (3) segs a x: (0) y: (-20)
    deslizar en (3) segs a x: (159) y: (-4)
    crear clon de [este objeto]
    esperar (1) segundos
    borrar este clon
```

En este bloque también se utiliza el comando **ir capas** de modo que las cajas que pasan por la parte de atrás de la cinta no tapen a las de adelante.

```
cuando comience como clon
ir (20) capas hacia atrás
deslizar en (2.15) segs a x: (19) y: (21)
deslizar en (2) segs a x: (-159) y: (-4)
borrar este clon
```

Marco TPACK

Conocimiento tecnológico disciplinar. El texto científico es un tipo particular de escritura que permite comunicar temas específicos dentro de un área. El mismo tiene particularidades específicas que lo diferencian de la literatura y otros textos como los periodísticos. Por esto durante la escolaridad el alumno debe familiarizarse con este tipo de escritura particular, tanto para leer como para escribir, que es indispensable para la actividad del investigador.
Mediante el uso del programa Scratch, la clase introduce a los alumnos en programación. En la actualidad programar es una competencia de suma importancia en la labores científicas. Esta permite diseñar modelos computacionales tanto para predecir el comportamiento de un sistema cuando intervienen múltiples variables como para contrastar el mismo con los resultados experimentales y realizar análisis de datos masivos. Por ende, si bien durante la clase no se aborda específicamente este aspecto de la programación, el científico, sí introduce a los alumnos en desarrollar pensamiento abstracto necesario para adquirir esta capacidad, fundamental para el quehacer científico actual y de las próximas décadas.

Conocimiento tecnológico pedagógico En esta clase se utiliza una analogía dinámica para trabajar el transporte de oxígeno molecular a través de la sangre y hacia las células. La tecnología permite utilizar este formato, lo que no sería posible de otra forma. Como recurso para este trabajo elegimos el programa Scratch, con el cual es posible diseñar y llevar a cabo, entre otras cosas, animaciones que pueden ser modificadas para cada caso particular. El Scratch tiene la ventaja de acercar a los alumnos a un entorno amigable de programación orientada a objetos.
El uso de analogías dinámicas puede acercar a los alumnos a comprender el funcionamiento de sistemas complejos cuando entran en juego múltiples variables, así como para contrastar los resultados del modelo con resultados experimentales.

La infografía es un medio gráfico e interactivo que contiene todas las consignas de la secuencia, y está vinculado mediante hipertextos a todos los archivos que el alumno debe consultar y modificar. De esta manera, la secuencia se encuentra emplazada en un entorno que resulta atractivo para el alumno, y estructura el orden (y posibilita el acceso) de los archivos con los que trabajará en la secuencia.

Conocimiento pedagógico disciplinar El uso de un caso para conectar el proceso celular con lo observable en el organismo. Los principales obstáculos y dificultades en relación al aprendizaje del contenido que aborda la secuencia yacen en la dificultad de integrar los distintos niveles de organización involucrados en el transporte de oxígeno y su función biológica.
El uso de una analogía en la que los alumnos deban identificar los elementos (y las relaciones entre ellos) que son representados, así como la propuesta de modificación de esa analogía para que represente de forma más adecuada el modelo científico, promueven la necesidad por parte del alumno de revisar la comprensión que tiene sobre este modelo.

Por otro lado, se adoptó una estrategia consistente en abordar la clase desde enfermedad conocida previamente por los alumnos, de forma de contextualizar el contenido disciplinar (a través de, por ejemplo, estudiar el análisis de sangre del paciente). Esta estrategia fue llevada a cabo apoyándonos en la concepción ausubeliana, según la cual el aprendizaje significativo se produce cuando los nuevos conocimientos se conectan con las ideas previas (Zaforas, 1991).

Conocimiento tecnológico, pedagógico, disciplinar (TPACK): El uso de imágenes en la infografía que representa el texto científico, muestra los distintos niveles de organización involucrados en el transporte de oxígeno (sistema circulatorio, redes de capilares, glóbulos rojos). Aprovechando la multiplicidad de formas de presentación de la información, se ofrece en esta secuencia una descripción en texto y otra gráfica, que permiten que el alumno genere una representación más sólida de los distintos niveles de organización involucrados en el transporte de oxígeno, sirviendo esto a su vez como puente entre el proceso fisiológico y el celular. En este texto también se muestra una animación que favorece la interpretación de un fenómeno dinámico, como es el transporte de oxígeno por parte de los glóbulos rojos a lo largo del cuerpo. Esta animación refuerza la descripción incluida en el texto de la infografía, de modo de hacer más gráfico y dinámica la representación del proceso de carga de oxígeno en los capilares pulmonares, y descarga en capilares del resto del cuerpo. Por último, el uso del Scratch implica que los alumnos tomen un rol activo en el aprendizaje favoreciendo el aprendizaje significativo de un proceso de características dinámicas como es el transporte de oxígeno.

Carpeta de actividades para los estudiantes

Actividad 1: Planteo del problema
Abran el archivo ConsignaMetabolito.pdf y lean el punto 1.

Actividad 2

1. Abran el archivo analisissangre.pdf

2. Abran un archivo de texto y respondan: ¿Hay algún parámetro que esté por fuera de los valores de referencia que están expresados en la columna derecha del resultado de los análisis?

Actividad 3
1.

1. Para poder acceder a las fuentes a las que accedió el Dr. Metabolito Abran el Libro del Dr. Metabolito (libro.ppsx). Este texto contiene información útil para entender la enfermedad del paciente del Dr. Metabolito. Lean el texto con detenimiento y anoten en el archivo de texto aquellos elementos que permitan esclarecer cuál es la implicancia de que el paciente tenga los parámetros en los valores que arrojó el análisis de sangre.

Actividad 4
2. En el archivo de texto que abrieron previamente, contesten:

1. ¿Cuál de estas dos animaciones representa mejor el transporte de oxígeno desde los pulmones hasta las células? ¿Por qué? Escriban un párrafo que explique el transporte de oxígeno desde los pulmones a las células basándose en la analogía que eligieron.

2. Escriban otro párrafo en el cual expliquen por qué la otra analogía no les parece adecuada.

3. Abran la tabla (consignatabla.odt) y completen los espacios vacíos teniendo en cuenta la correspondencia entre las partes de la animación y el proceso que se quiere representar.

Actividad 5
1. ¿Qué cambiarían de la animación para mejorar el modelo? escriban un párrafo en el archivo de texto que explique las limitaciones de esta analogía, es decir, aquellos elementos que aparecen en el modelo científico descripto en

el libro, pero que no aparecen representados, o aparecen mal representados en la animación.

2. ¿Qué les parece que puede representar la vuelta de las cajas al punto de partida?

¿Qué les parece que puede representar la fuente de pelotitas? ¿Y el sumidero de las mismas?

Respondan estas preguntas en el archivo de texto

3. Prueben hacer una de las modificaciones para mejorar la animación. Para poder hacerlo, abran el archivo instructivo.odt para que aprendan a programar en el Scratch. Luego, agreguen o modifiquen las instrucciones del programa de modo que, por ejemplo, las cajas vuelvan por la parte trasera de la cinta transportadora.

Actividad 6

1. Ayudándose con la nueva animación, planteen una hipótesis que les permita relacionar los resultados del análisis de sangre con el síntoma del paciente. Pónganse en el lugar del Dr. y explíquenle al paciente. Escríbanlo en el archivo de texto.

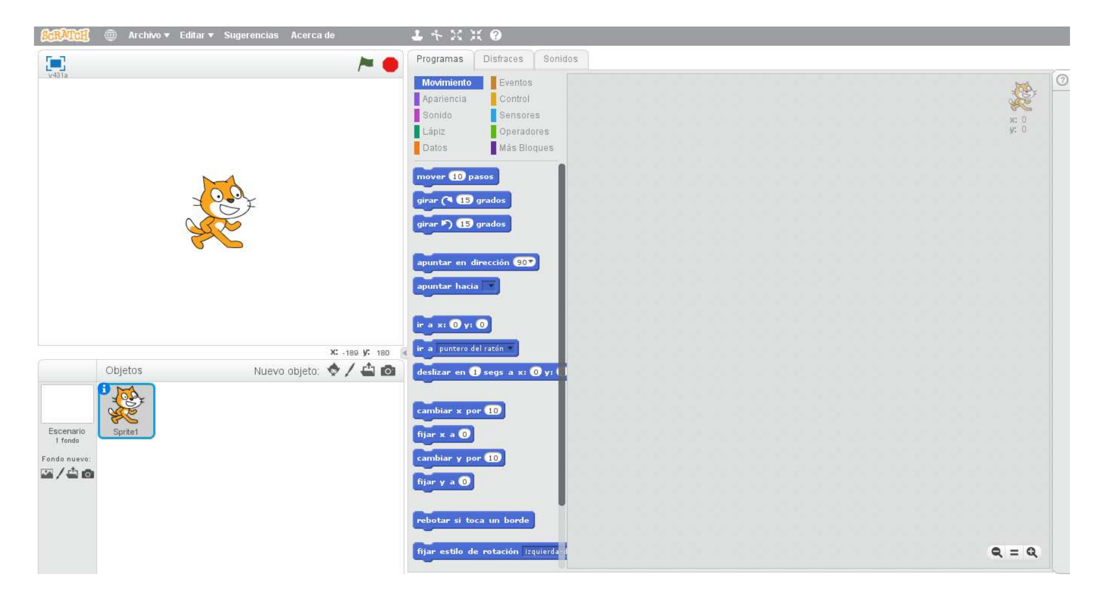
Actividad 7

De acuerdo a la hipótesis que elaboraron al finalizar la clase, respondan la siguiente pregunta, ¿por qué cuando uno corre aumenta la frecuencia respiratoria y cardíaca? ¿Cómo podrían representarlo en la animación? Redacten un párrafo en el archivo de texto para resolver estas consignas.

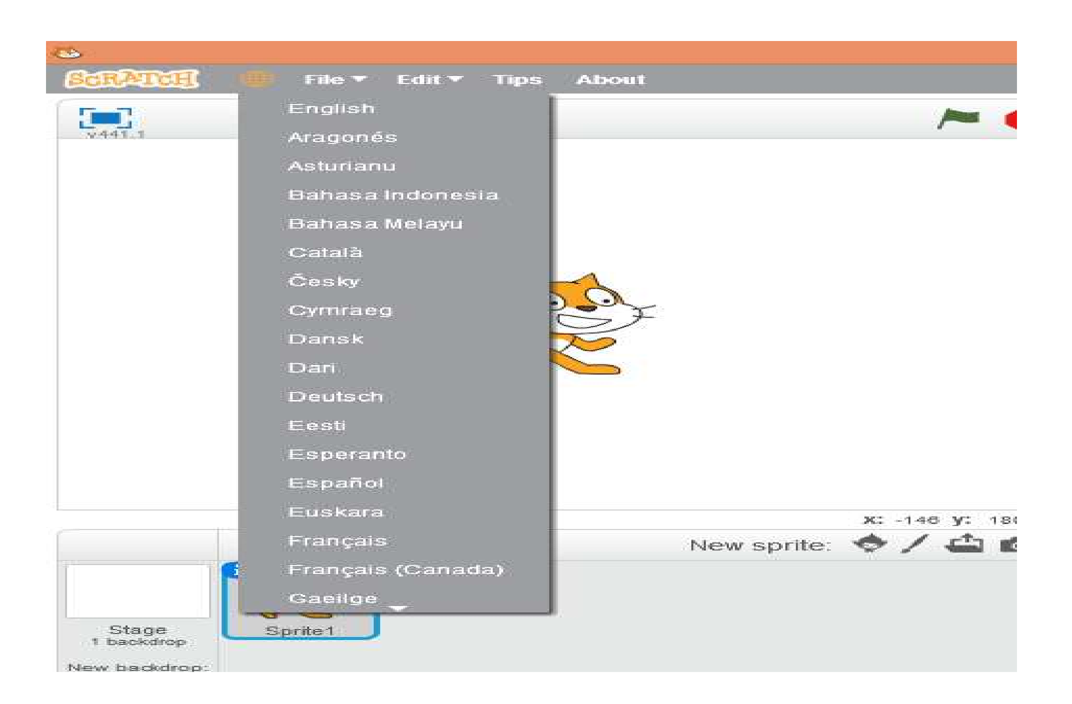
Instructivo

1. Abran el programa Scratch. Como se ve en la figura, el programa tiene tres ventanas básicas: una que muestra la animación, una que

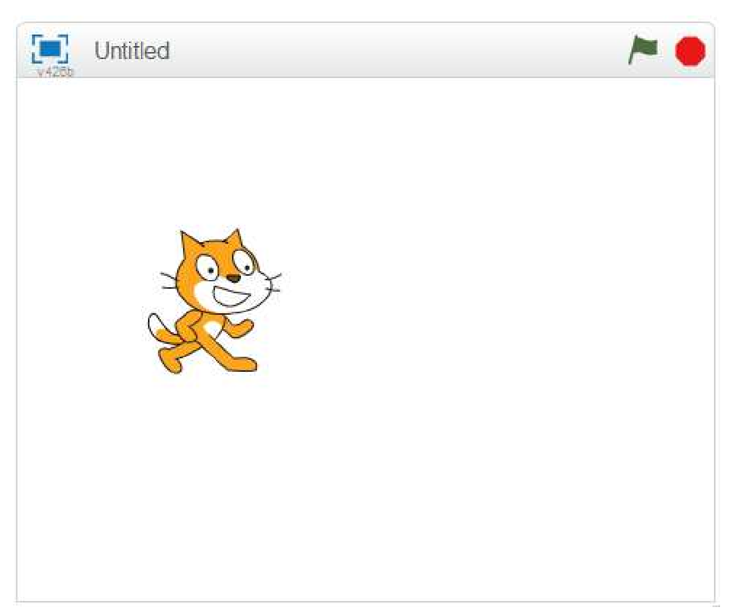
muestra los objetos que se utilizarán, y una tercera de programas, que incluye las instrucciones definidas para cada objeto.



2. Configuren el idioma en español.



En la ventana que muestra la animación se ve un objeto que aparece por defecto: una caricatura de un gato.



Para animarlo, se le deben dar instrucciones en el menú programa.

Las instrucciones se pueden anidar en bloques, siguiendo reglas sintácticas.

3. Comiencen por el botón que indica:

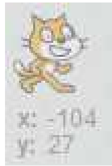


Que da la pauta para empezar la animación desde el momento en que se presiona este botón. Si se desea que el objeto se desplace hacia la derecha, en el menú de movimiento se puede usar la función:



Los argumentos de la función son: el tiempo en que se desea que transcurra la acción, y las coordenadas hacia donde se pretende que se mueva el objeto.

se debe tener en cuenta que las coordenadas son las que corresponden al objeto que se está animando:



Notar que si se presiona una segunda vez la bandera verde, el objeto ya no se desliza hacia donde fue enviado, pues ya se encuentra en ese

lugar. Entonces se puede poner antes de esta instrucción, otra instrucción de movimiento, de modo que siempre que se presione la bandera verde el objeto empezará desde la posición elegida:

```
al presionar [bandera]
ir a x: 0 y: 0
deslizar en 3 segs a x: 100 y: 0
```

Si se desea que luego de esa acción el objeto se deslice hacia abajo, se puede agregar otra instrucción para que se deslice en esa dirección:

```
al presionar [bandera]
ir a x: 0 y: 0
deslizar en 3 segs a x: 100 y: 0
deslizar en 3 segs a x: 100 y: -100
```

4. Abran ahora el archivo **concajas.SB2**

Para la pelota “Tennis ball”:

```
al presionar [bandera]
repetir 10
    esperar 1 segundos
    crear clon de este objeto
    esperar 8 segundos
```

El comando **repetir** indica que lo que incluya adentro se iterará a lo largo de la animación. En este caso el bloque indica: esperar 1 segundo, **crear un clon** de la pelota, esperar 8 segundos, y volver a empezar el proceso.

Los comandos que rijan el comportamiento del clon, que es una copia del objeto, deben incluirse en un bloque propio para el clon, que se encabeza con la función: **cuando comience como clon**.

```
cuando comience como clon
enviar al frente
deslizar en 1 segs a x: -160 y: 50
deslizar en 3 segs a x: 0 y: 28
deslizar en 3 segs a x: 159 y: 49
deslizar en 1 segs a x: 220 y: 10
```

En el caso de la caja, se crean dos, para una de ellas se crea un clon una vez que la caja llega al sumidero. Para la "Caja 4":

```
al presionar [bandera]
repetir 10
  ir a x: -159 y: -4
  esperar 2 segundos
  deslizar en 3 segs a x: 0 y: -20
  deslizar en 3 segs a x: 159 y: -4
  crear clon de este objeto
  esperar 1 segundos
  borrar este clon
```

En este bloque también se utiliza el comando **ir capas** de modo que las cajas que pasan por la parte de atrás de la cinta no tapen a las de adelante.

```
cuando comience como clon
ir 20 capas hacia atrás
deslizar en 2.15 segs a x: 19 y: 21
deslizar en 2 segs a x: -159 y: -4
borrar este clon
```

Bibliografía

FARINA, J. (2013) *Conceptos previos sobre respiración y función biológica del oxígeno en estudiantes ingresantes a la carrera de Psicología de la Universidad Nacional del Comahue. Investigación y desarrollo. Revista de Educación en Biología. Volumen 16, no. 2, pp. 31- 40*

GARCIA ZAFORAS, A. M (1993). *Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU.* Enseñanza de las ciencias, Vol. 9, No 2, pp. 129-134, 1991.

PELAEZ, N. J., BOYD, D. D., ROJAS, J. B., HOOVER, M. A. (2004). *Prevalence of blood circulation misconceptions among prospective elementary teachers.* Advances in Physiology Education. Vol. 29. September 2005

REA-RAMIREZ, M. A., CLEMENT, J. (1997).*Conceptual Models of Human Respiration and Alternative Conceptions [That Present Possible Impediments to Students' Understanding].* The Fourth International Seminar on Misconceptions Research *(1997)*

RYBARCZYK, B. J., BAINES, A. T., MCVEY, M., THOMPSON, J. T., WILKINS, H. (2006). *A Case-based Approach Increases Student Learning Outcomes and Comprehension of Cellular Respiration Concepts.* Biochemistry and molecular biology education Vol. 35, No. 3, pp. 181–186, 2007

SONGER, C. J., MINTZES, J. J. (1993). *Understanding Cellular Respiration.* Third Misconceptions Seminar Proceedings (1993)
TAMAYO ALZATE, O. E., ORREGO CARDOZO, M., DÁVILA POSADA, A. R. (2008). *Modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración.* Iiec, volumen 2, No. 3, pp. 50- 63

TOTORIKAGUENA ITURRIAGA, L. (2013). *Los errores conceptuales y las ideas previas del alumnado de ciencias en el ámbito de la enseñanza de la biología celular. Propuestas alternativas para el cambio conceptual.* Trabajo de fin de grado. Universidad del País Vasco.

VÁZQUEZ-CANO, E. , FERRER DELGADO, D. (2015). *La creación de videojuegos con Scratch en educación secundaria.* CP, 2015, No. 6, pp. 63-73

WIERDSMA, M. (2012) *Recontextualising Cellular Respiration. Designing a learning-and-teaching strategy for developing biological concepts as flexible tools. Freudenthal Institute for Science and Mathematics. Education, Faculty of Science, Utrecht Conceptual Models Of Human Respiration And Alternative Conceptions [That Present Possible Impediments To Students' Understanding]University /* FIsme Scientific Library (formerly published as CD-β Scientific Library), No. 72, 2012.


CONECTAR IGUALDAD_